JEAN-PIERRE VERDET

# IL CIELO

## CAOS E ARMONIA DEL MONDO

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE TARIFFA RIDOTTA EDITORI

L'UNITÀ
UNIVERSALE ELECTA/GALLIMARD

Tuoni e fulmini,
arcobaleni e aurore boreali.
E poi stelle, costellazioni,
meteoriti, comete...
Dalla notte dei tempi
l'uomo interroga il cielo
e i suoi segni, li investe
di poteri soprannaturali,
vi cerca spiegazione
del proprio passato
e profezie per il futuro.
Dall'astrologia all'astronomia,
con i miti e le leggende,
le certezze della fede
e le ragioni della scienza,
il cielo non ha mai smesso
di rappresentare la memoria
e lo specchio del mondo.
MERIDIEN
HORIZON

E quella conca rovesciata che chiamano Cielo,
Sotto cui ingabbiati viviamo e moriamo,
Non levate a *Essa* le mani impetrando aiuto... giacché
Impotente si muove come te e me.

Omar Khayyam, *Rubayyat*

... E quando il carro,
grave carro di Giove a noi sul capo,
tonando, il tenebroso aere divide...

Leopardi, *Ultimo canto di Saffo*

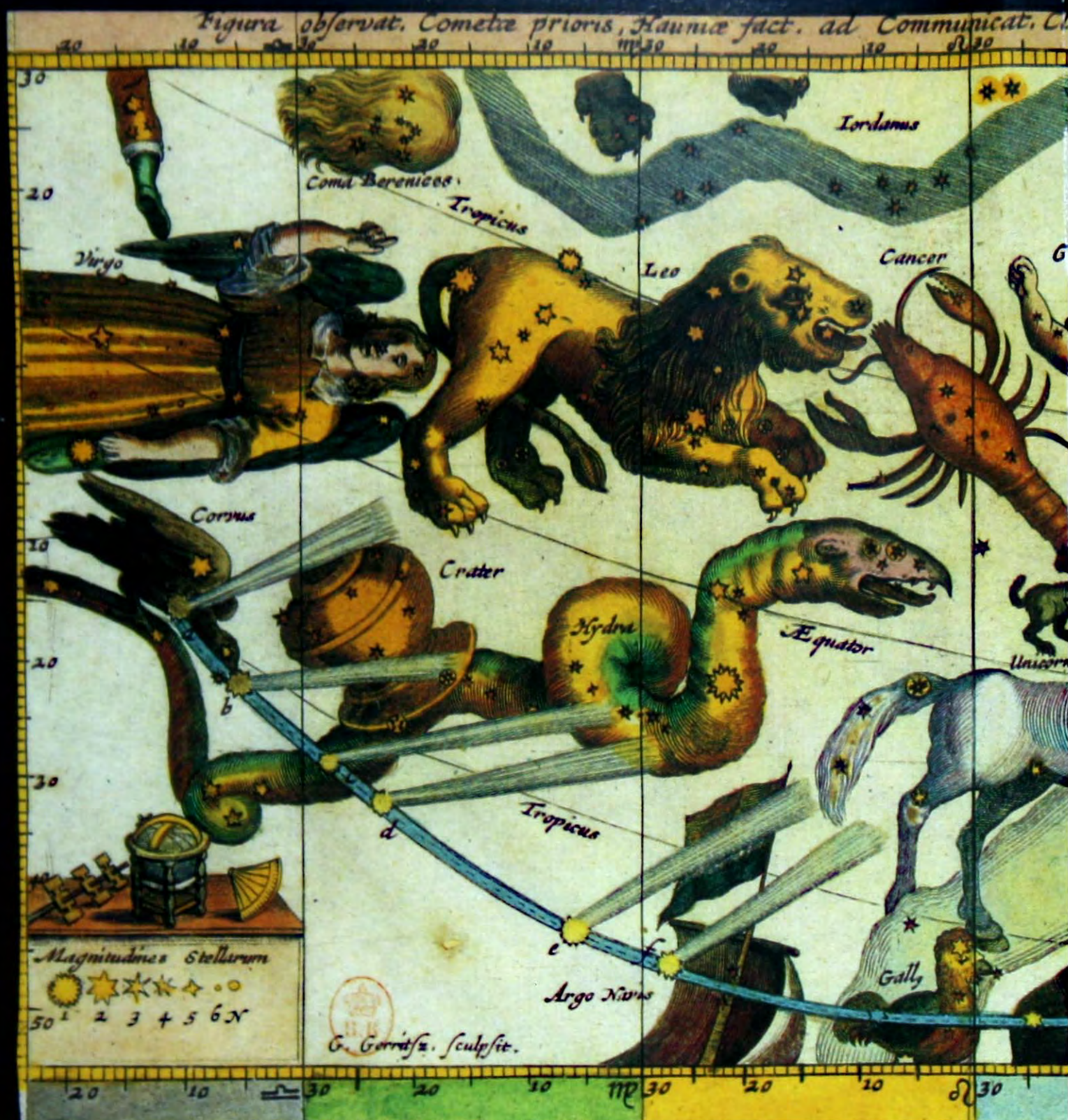
Tempestato di stelle ineffabilmente luminose,
Tra cui scorre l'innube maestà della luna,
Un baldacchino sembra che Amor abbia disteso
A proteggere il mondo addormentato.

Shelley, *La Regina Mab*

Talvolta gentile, talvolta capriccioso, talvolta
orrendo, mai uguale per due istanti di seguito;
quasi umano nelle sue passioni, quasi spirituale
nella sua tenerezza, quasi divino
nella sua infinità.

John Ruskin, *Il vero e il bello: il cielo*

Ché i ratti draghi della notte le nubi falciano d'un subito,
E laggiù riluce l'araldo d'Aurora,
Al cui avvicinarsi, fantasmi qua e là vaganti
Ai cimiteri marciano in ritorno.

Shakespeare, *Sogno di una notte di mezza estate*

Che fai tu, luna, nel ciel? dimmi, che fai,
silenziosa luna?
Leopardi, *Canto notturno di un pastore errante dell'Asia*

E due grandi luminari Iddio creò, grandi nel loro scopo
per l'uomo. Il maggiore a governar di giorno,
il minore di notte ad alternarlo.

Milton, *Sansone agonista*

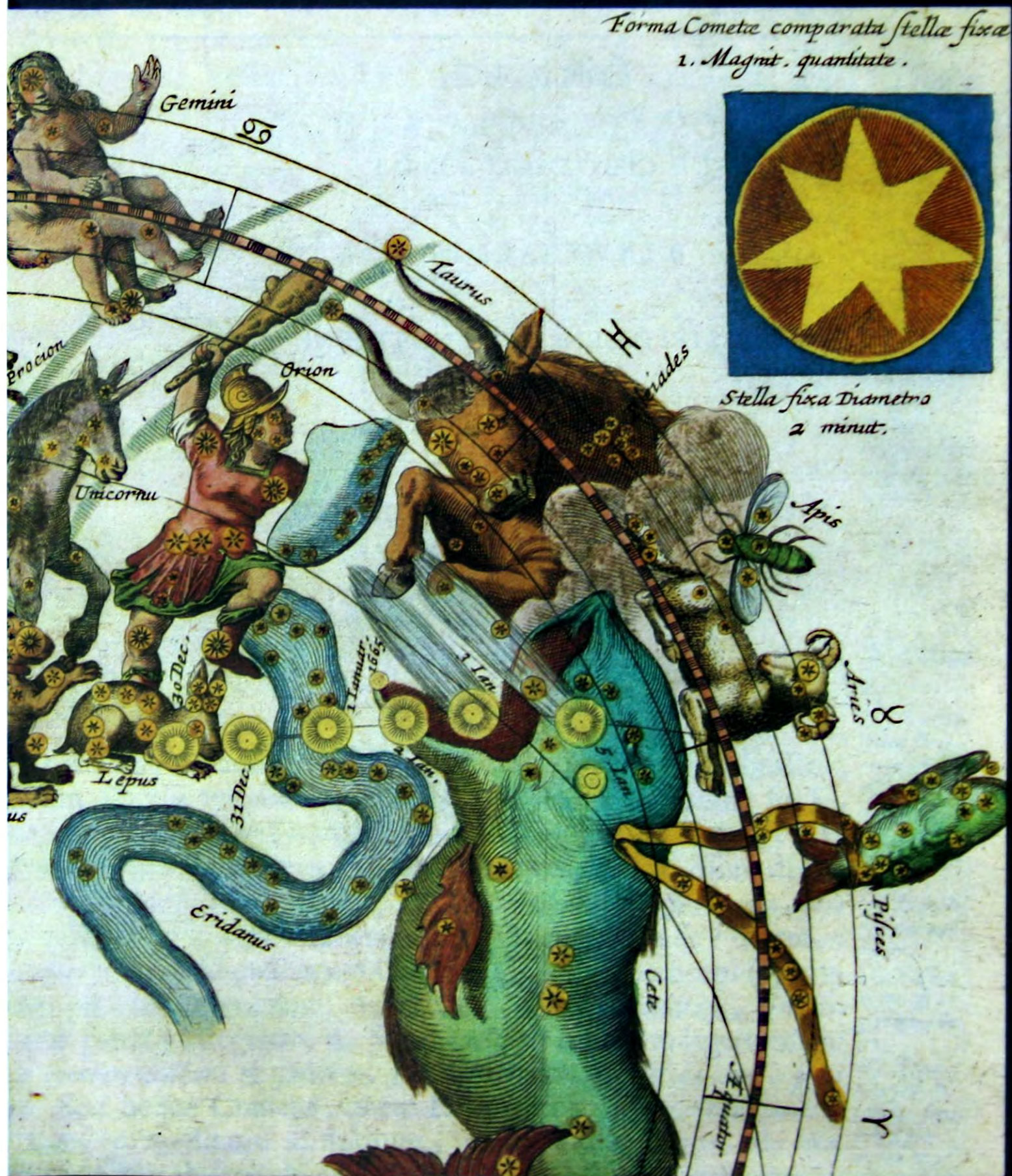
... E attraverso quei dolci campi vanno,
Vagabondi tra le stelle,
Venere, Mercurio, Urano, Nettuno,
Saturno, Giove e Marte.

Walter de la Mare, *I vagabondi*

Due cose mi riempiono l'animo di sempre nuovo,
crescente stupore e timore riverenziale:
i cieli stellati sopra di me
e la legge morale dentro di me.

Kant, *Critica della ragion pura*

I vecchi e le comete sono sempre stati venerati
per una ragione identica: hanno la barba lunga
e la pretesa di predire gli avvenimenti.

Jonathan Swift, *Opere*

... Scorgo comete e fochi altri sì spesso
che soleva invaghir già di me stesso.

Tasso, *Gerusalemme liberata*

SOMMARIO

# IL CIELO

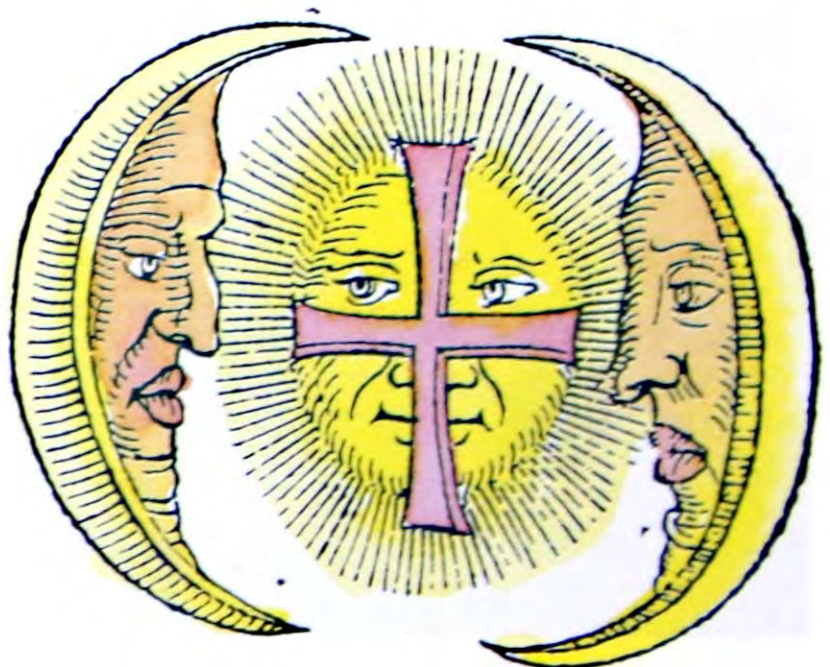
## CAOS E ARMONIA DEL MONDO

Jean-Pierre Verdet

L'UNITÀ
UNIVERSALE ELECTA/GALLIMARD

# I. IL CIELO DEGLI UOMINI

L'universo era un immenso spazio vuoto, trapunto di stelle, di nubi gassose e di polveri. Più di cinque miliardi di anni or sono una di quelle vaste nubi cosmiche cominciò a sprofondare su se stessa. Nacque il Sole, con il suo corteo di pianeti.

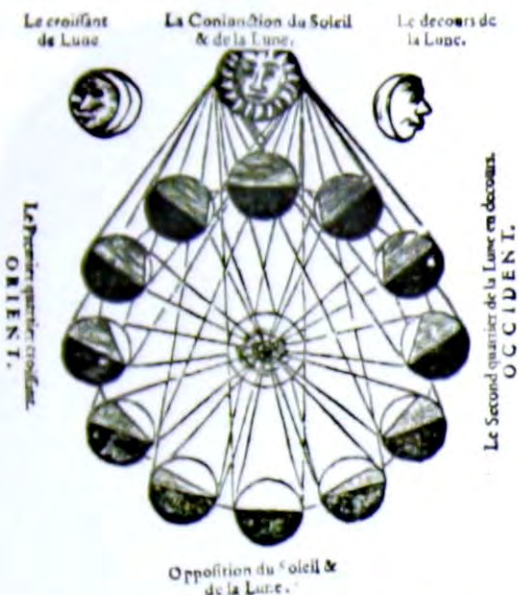
Secondo la raccolta di prodigi di Conrad Lycosthène, storico e teologo del XVI secolo, nel 1157 apparvero in cielo tre lune, e quella in mezzo era sbarrata da una croce. Grazie all'invenzione di nuovi strumenti, come rivela la stampa della pagina a fronte, la scoperta del cielo assurge a vera e propria scienza.

In principio, la Terra è un globo di magma allo stato di fusione. Poi, a poco a poco, si raffredda e si solidifica. Per un miliardo di anni non ci sono che acqua e minerali: solo materia inerte, pura e semplice. Finché, un giorno, in un mare probabilmente privo di confini, la vita fa la sua comparsa: dapprima sotto forma di molecole che si differenziano appena dalla materia inerte, ma che poi, progressivamente, si aggregano e si sviluppano in combinazioni sempre più complesse, fino a diffondersi sui continenti emersi dalle acque.

Quasi un milione di anni fa, alla fine del Terziario, l'era geologica che precede la nostra, il paesaggio terrestre somiglia a quello di oggi: conformazione geografica, flora e fauna sono le stesse. Però, manca l'uomo. Quell'uomo che, tuttavia, secondo i paleontologi, era già presente,

Risale a quasi quattromila anni fa il famoso cerchio di pietre gigantesche, costruito a Stonehenge, a nord di Salisbury, in Inghilterra (sotto). A poca distanza dal cerchio, si erge in solitudine un altro masso verticale, la cosiddetta *Heel Stone*. Mettendosi al centro del cerchio all'alba del 22 giugno, si può vedere sorgere il sole esattamente dietro il masso solitario: cosa per cui, secondo alcuni, il luogo era dedicato al culto del sole.

allo stato primordiale, in una specie di quadrumani tutt'oggi sconosciuta . Quell'uomo che, già un milione e mezzo di anni or sono, in virtù di certe misteriose modificazioni della colonna vertebrale, acquista la posizione eretta. Da quel giorno, l'uomo alza lo sguardo al cielo.

Per migliaia e migliaia d'anni, l'uomo tace. Di questo lungo periodo di silenzio restano solo alcune tracce: sassi impilati o accostati a formare linee e cerchi, utensili scheggiati e raschiatoi. Tutti segni che documentano un'attività tecnica, frutto di un lavoro intelligente. Ma di attività puramente mentali non v'è traccia. Poi, improvvisamente, verso la fine dell'Età della pietra scheggiata,

Questa stele rinvenuta al Rocher-des-Doms, vicino ad Avignone, risale a più di cinquemila anni fa. Reca inciso un sole a otto raggi.

circa cinquantamila anni fa, il pensiero umano comincia a lasciare le sue prime, commoventi testimonianze: ossa decorate con ocra rossa, piccole sfere di pietra calcarea ornate di selci e di frammenti d'osso, primordiali sepolture, pietre rozzamente scolpite; e le prime incisioni rupestri, sulle quali si riconoscono stelle e costellazioni. È la nascita dell'astronomia.

I moti di rivoluzione della Luna intorno alla Terra e della Terra intorno al Sole sono la causa delle fasi lunari. Una metà della Luna è sempre rischiarata dal Sole, ma noi non la vediamo mai completamente, salvo quando è luna piena. La frazione illuminata del disco che noi vediamo varia nel corso della rivoluzione della Luna attorno alla Terra. L'incisione a sinistra, che rappresenta le fasi della Luna, è tratta dal libro *Cosmographia seu descriptio totius orbis*, pubblicato nel 1524 dall'astronomo tedesco Peter Bennewitz, detto Apiano (1495-1552).

## Sin dall'alba dei tempi, l'uomo osserva la regolarità dei fenomeni celesti

Molto prima di apprendere l'uso della scrittura, l'uomo impara a riconoscere i grandi fenomeni astronomici: l'alternanza tra il giorno e la notte innanzitutto, ma anche le fasi lunari, sulla base delle quali redige i primi calendari; il movimento diurno, circolare e uniforme, delle stelle, che di notte dispone le costellazioni in forme permanenti; e, infine, il periodico ciclo delle stagioni. Così, fin dalla preistoria, l'osservazione del cielo orienta il pensiero umano in due direzioni: da un lato, a cercare leggi naturali, eterne e immutabili, che trovano proprio nel cielo la loro espressione più perfetta; dall'altro, a collocare esseri sovrannaturali e onnipotenti in un cielo che appare misterioso e inaccessibile.

Altrettanto presto si stabiliscono nessi tra fenomeni celesti e terrestri: in particolare, alle medie latitudini, tra il ciclo delle stagioni e la rotazione dello zodiaco rispetto al Sole, o tra le fasi lunari e l'intensità delle maree. Ne seguirà un'intuizione del principio di causa ed effetto, la cui applicazione meccanica, non scientifica, porterà tuttavia a un mucchio di credenze irrazionali, non ultima la stessa astrologia.

Queste miniature alluminate sono tratte da un breviario d'amore provenzale del Duecento. Rappresentano il percorso del Sole attraverso lo zodiaco e le fasi della Luna: in rosso, la parte di Luna che vediamo illuminata; in blu, quella che ci rimane invisibile.

## Caos o armonia? Un dilemma per i dotti, ma anche per le credenze popolari

Insieme ai grandi fenomeni astronomici periodici, si presentano eventi straordinari e spesso spettacolari, come le eclissi di Sole o di Luna, le comete, le meteore. A eccitare l'immaginazione

Questa incisione settecentesca rappresenta una successione di prodigi verificatisi nel cielo il 18 marzo 1716. Vediamo comete (dalla forma di spade), stelle filanti, travi di fuoco, ma anche una battaglia di cavalieri, poiché si credeva che i grandi mutamenti sociali fossero preceduti in cielo da combattimenti a cavallo.

umana, contribuisce anche lo spostarsi dei pianeti nella grande scacchiera delle stelle fisse. E ancora, dal cielo più vicino e incombente, venti violentissimi, piogge torrenziali, tuoni, fulmini e uragani, trombe d'aria e cicloni vengono presi per manifestazioni della collera celeste.

Così, nell'armonia di un ordine considerato esemplare per le sue leggi costanti e le sue regole immutabili, subentra il caos, il disordine. Sono numerosi i miti delle origini che raccontano la nascita dell'ordine dal caos primordiale, la ricaduta nel disordine e, infine, la restaurazione delle leggi universali. Se Aristotele, che ha dominato con il suo pensiero la scienza di due millenni, non parla delle comete nel *Cielo*, bensì nella *Meteorologia*, è perché ritiene che, costituendo un elemento di disordine nel cielo,

appartengano agli strati bassi dell'atmosfera, appena un po' più in alto della fascia in cui si formano i temporali e hanno origine i venti; certo non possono appartenere alle sfere superiori, là dove gli astri si muovono secondo leggi immutabili.

## Legge, divinità, ornamento: i mille volti del cielo

Dal primo giorno in cui l'uomo alzò gli occhi al cielo, alle famose notti del dicembre 1609 – le più belle notti dell'astronomia, in cui Galileo aveva puntato una lente d'ingrandimento verso gli astri – tutti gli uomini erano stati uguali di fronte al firmamento. Ciascuno aveva avuto a disposizione solo i propri occhi... e la propria intelligenza. Certo, i risultati delle loro osservazioni erano stati molto diversi. Alcuni ne avevano dedotto una scienza che pretendevano essere esatta – anche se non possedevano i mezzi per renderla tale – e degna di occupare un posto appena inferiore a quello della matematica; ad altri, invece, avevano ispirato miti destinati a riprodursi in leggende, fiabe e pratiche folcloriche; altri ancora ne avevano desunto regole empiriche per l'agricoltura, per la navigazione o per le previsioni del tempo. Per certuni, infine, si era trattato solo del diletto di abbandonarsi a fantasticherie. Ma per tutti, senza dubbio, proiettarsi nel cielo aveva significato arricchire il proprio immaginario.

Fino all'invenzione dei telescopi, all'inizio del Seicento, gli astronomi avevano a disposizione solo strumenti rudimentali. Il più comune era questo quarto di cerchio che, mediante una semplice linea di mira e un filo a piombo, permetteva di determinare l'altezza degli astri al di sopra dell'orizzonte.

Quando contempla il firmamento, l'uomo pensa prima di tutto a se stesso, alla sua esistenza: è dell'uomo, infatti, che parlano i miti della nascita dell'universo.

Come i prigionieri finiscono con l'intravedere immagini care al loro cuore nelle macchie di umidità sulle pareti delle celle, così Plinio vedeva in cielo l'Orsa, il Toro, Perseo, la Corona boreale e la Chioma di Berenice; e si stupiva che qualcuno potesse credere che la sfera celeste fosse liscia, mentre a lui appariva costellata di tutti gli animali e di tutte le cose della terra.

Può succedere che gli uomini comandino gli astri. Come è detto nel *Libro di Giosuè*, capitolo 10, versetti 12-14, il condottiero biblico esclamò: "'Sole, contieniti in Gabaon, e tu, luna, sulla valle di Aialon.' E si contenne il sole, e la luna si trattenne, finché la nazione non si fu vendicata dei suoi nemici. Non è forse scritto nel Libro del Giusto? 'E si trattenne il sole nel mezzo del cielo, e non si affrettò a calare quasi un giorno intero. E non ci fu giorno come quello, né prima né poi, per aver ascoltato Iahvé una voce d'uomo, poiché Iahvé combatteva per Israele.'" A fianco, l'episodio biblico in un'incisione del 1491.

## Il cielo nelle tradizioni popolari

Non è il caso qui di ripercorrere la storia dell'antica scienza astronomica, né di illustrarne l'evoluzione. Ci interessa piuttosto abbozzare un quadro delle convinzioni popolari sul cielo e i suoi fenomeni: ci avventureremo dunque nel territorio delle credenze popolari. Chiunque vi penetri non può che restare sconcertato dalla grande quantità di credenze, di riti e di antiche leggende. Nonostante le discordanze e le apparenti contraddizioni non è impossibile, tuttavia, intravedere un filo conduttore, sottile e talvolta chiarificatore, che li lega tra loro. Sono immagini e simboli di cui si può intuire la lontanissima origine. Dovremo allora socchiudere le porte d'avorio dietro le quali si celano le immagini, i simboli e i miti che la scoperta del cielo e delle grandi forze della natura hanno fatto sedimentare nel profondo della memoria umana.

Certo, le tradizioni folcloriche sono talmente diverse tra loro da rendere complesso qualunque tentativo di comprensione; oggi, alcuni simboli ci appaiono oscuri, e viene da domandarsi se vi fu davvero un tempo in cui erano compiutamente trasparenti; i miti, insomma, presentano sempre un fondo oscuro che sfugge a qualunque indagine razionale. Ma le immagini che li alimentano e li rendono vivi sanno parlare ancora oggi alla nostra fantasia.

Dalla fine del Quattrocento alla metà dell'Ottocento, i venditori ambulanti diffusero tra i contadini moltissimi almanacchi, come quello in basso. Gli almanacchi di Liegi erano particolarmente famosi. Contenevano informazioni astronomiche, soprattutto previsioni di eclissi, e molta astrologia.

VERITABLE ALMANACH DE Mtre MATHIEU LAENSBERG MATHEMATICIEN, POUR CETTE
ALMANACH
pour cette Année
M D CC LXXXIX.
Supputé par
Me M. LAENSBERGH, Ma.
A LIEGE,
Chez la Ve. S. Bourguignon
Imprim. de S. A. & de sa Cité.
AVEC PRIVILEGE.

## Grazie alle immagini, i miti si sottraggono all'oblio

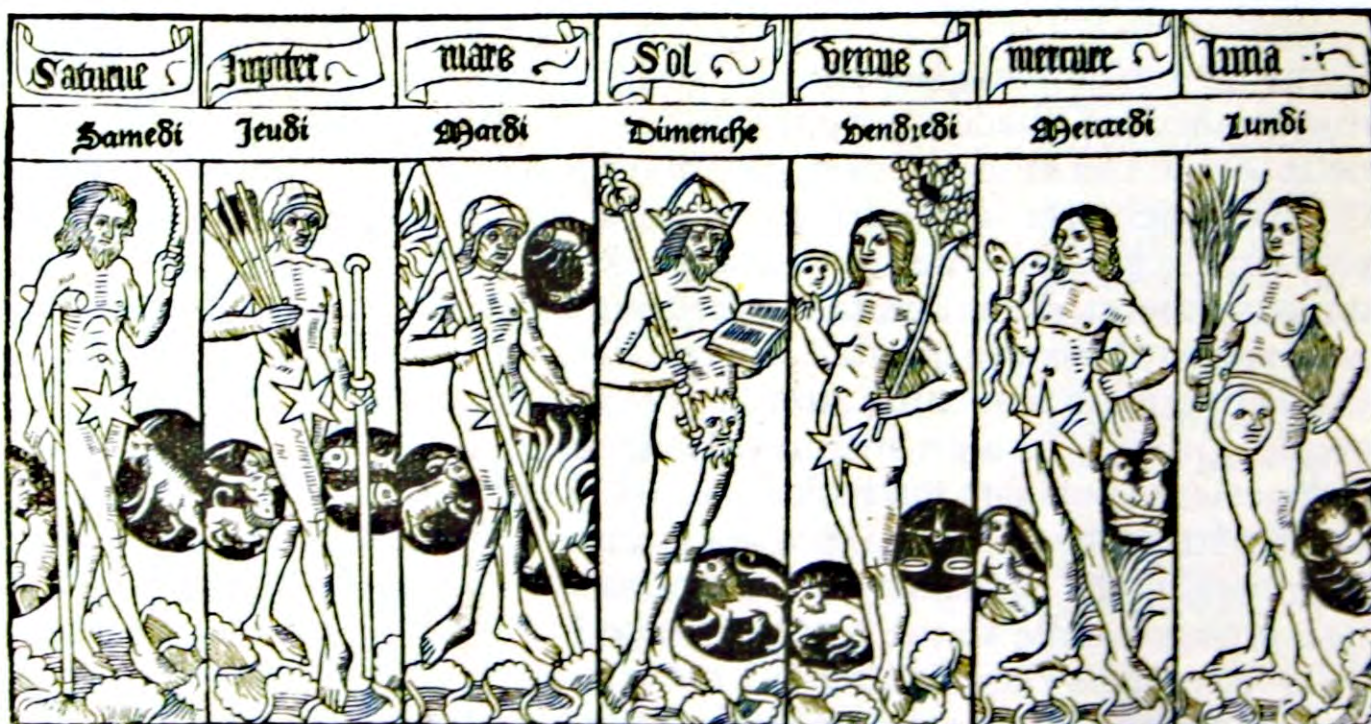
I miti sopravvivono grazie alle immagini di cui sono costituiti. Il cristianesimo, in particolare, è stato accusato di aver cancellato il mito dall'orizzonte dell'immaginario e di

Al centro della rosa dei venti qui a fianco, tratta da un codice miniato del Quattrocento, vediamo la Terra, circondata dagli oceani e dal simbolo cosmico dei due serpenti che si mordono la coda. Tutto attorno, gli angeli dei dodici venti soffiano sul mondo.

averlo costretto a rifugiarsi nel "folclore". È fuor di dubbio che la Chiesa abbia combattuto il culto dei miti, cercando di estirparlo insieme alle credenze e ai riti tradizionali, giudicati come una minaccia per la sua autorità.
Nel 538, per esempio, la gerarchia cattolica riunita nel sinodo di Auxerre stigmatizzò coloro che tributavano culti alle sorgenti, ai boschi e alle pietre. Ma gli effetti dell'azione della Chiesa sono stati solo in parte negativi. Innanzitutto, il cristianesimo ha offerto ai popoli un altro sistema coerente di credenze, un orizzonte religioso e dunque ugualmente mitico.
E poi, ha ricuperato, alterato, ma spesso anche arricchito di nuove immagini e nuovi simboli quegli stessi miti e rituali che era stata incapace di cancellare.

Così, a proposito del culto delle sorgenti, si può affermare che il mondo simbolico legato all'acqua abbia ricevuto nuova linfa dall'importanza attribuita al rito del battesimo e dalle innumerevoli glosse dedicate dai Padri della Chiesa alla sua giustificazione teologica.

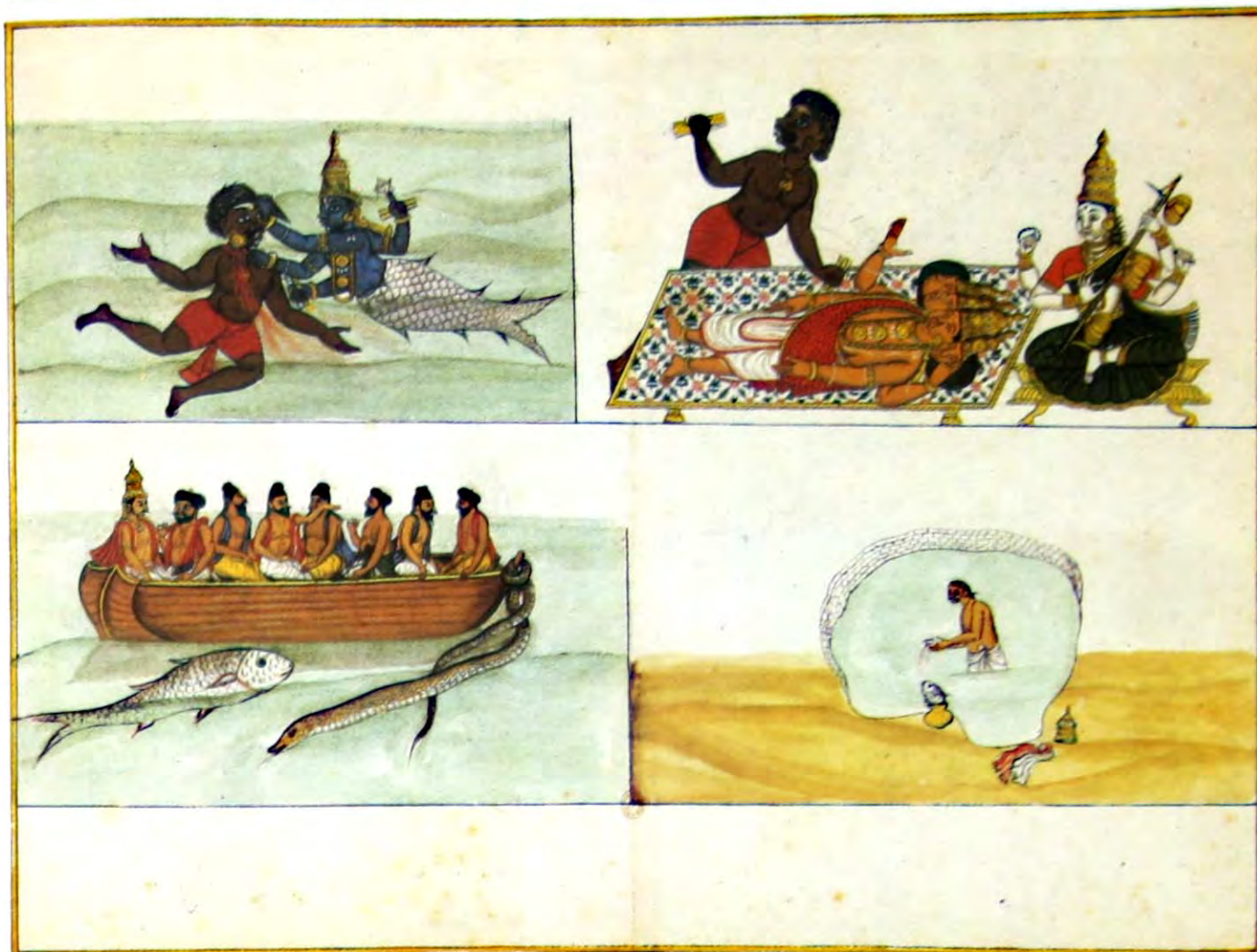
Nella pagina a fronte, il cavaliere dell'Apocalisse parte, sul suo cavallo bianco, per combattere Satana.

In questa incisione popolare del Quattrocento, i due "grandi luminari" e i cinque pianeti sono associati ai loro simboli astrologici: a Saturno, per esempio, corrispondono i segni dell'Acquario e del Capricorno. La falce che tiene con la sinistra rappresenta la Grande Mietitrice, cioè la morte, e la stampella rispecchia la credenza secondo cui Saturno presiedeva all'ossatura umana.

Par ceste figure nous congnoissons a chascune heure de iour et de nuit quel planete regne Et quel est bon ou mauluais Le planete du quel le iour est nomme Regne la premiere heure de celluy iour. et le sequent la seconde celluy dapres la tierce. Ainsi iusques a vingt quatre heures pour celluy iour. pareillemēt des autres iours . Saturne et Mars sōt mauluais Jupiter et Venus bons Sol et Luna moytie bōs moytie mauluais Mercure bons auec les bons et mauluais auec les mauluais.

## Immagini e simboli di valore universale

Come ha giustamente sostenuto il grande scrittore rumeno Mircea Eliade, ogni cultura "è una caduta nella storia", ha cioè un confine temporale. Ciò vale anche per la cultura greca, di cui siamo più o meno giustamente impregnati, e che è universalmente riconosciuta come ideale di perfezione: "Neppure questa è universalmente valida in quanto fenomeno storico: provate, per esempio, a svelarla a un africano o a un indonesiano: non sarà l'ammirevole stile greco a trasmettere loro il messaggio, ma saranno le immagini che l'africano o l'indonesiano riscopriranno nelle statue o nei capolavori della letteratura classica".

Per una delle etnie più primitive dell'Asia, gli andamani, la divinità suprema è Puluga. È un dio che abita in cielo, il tuono è la sua voce, il vento il suo respiro, l'uragano il segno della sua collera. Un giorno, poiché l'umanità si dimenticava

Fu durante il suo esilio nel maggio 1521 presso il castello di Wartburg, in Turingia, che Lutero intraprese la traduzione tedesca della *Bibbia*. L'opera, pubblicata nel 1534, fu il primo libro in tedesco stampato con il torchio tipografico. Nell'incisione qui sopra è illustrato il versetto 17 del capitolo 6 della *Genesi*: "Ed ecco, io sto per far venire il diluvio, cioè acqua sulla terra, per distruggere di sotto il cielo ogni carne in cui è l'alito di vita; tutto quanto è sulla terra perirà".

troppo spesso di lui, per punirla scatenò il diluvio, a cui sopravvissero solo quattro privilegiati. Puluga ha gli stessi attributi del greco Zeus e gli stessi comportamenti dello Iahvé ebraico. Al di là delle culture e dei costumi, le immagini della leggenda di Puluga avrebbero scosso la sensibilità di un greco contemporaneo di Omero, o di un compagno di Mosè durante la traversata dell'Egitto.

Anche gli indiani, come gli occidentali, hanno il loro diluvio. E troviamo altre similitudini. Un solo individuo viene avvertito dell'imminente catastrofe e riesce a salvarsi: in Occidente è Noè; in India, Manu. A quest'ultimo, come a Noè, viene ordinato di costruire una nave. La differenza tra i due miti sta nel loro significato religioso: il diluvio indiano, infatti, non è una punizione, ma piuttosto rientra nell'ordine naturale in cui il mondo, ciclicamente, compie un processo di rigenerazione e purificazione.

Nel diluvio della tradizione indiana, a Manu è affidato il ripopolamento della terra. Mentre si bagnava nel mare, un pesce gli passò tra le mani e lo avvertì del diluvio, consigliandogli di costruire una barca. Poi, divenuto grande, quel pesce avrebbe guidato la barca di Manu. Quest'antichissima leggenda indiana verrà ripresa dall'induismo, per cui il pesce è una delle incarnazioni di Visnu, che infatti è rappresentato tradizionalmente con la pelle bluastra.

Tout le ciel ne fu onques
fait et ne peut estre
corrumpu si comme au
cuns dient que si pe
ut ce estoit platon et ses disciples qui di
sent que il fu fait et que il est corrupti
ble mes il est perdurable et a ce prouver
il met .vj. moiens ou raisons car il ne
eust onques commencement ne fin de toute
sa duracion qui est perdurable car il a et
contient en soy temps infini car selon
aristote tout le temps qui fu et sera est
sans commencement et sans fin si comme il
appert en le viij. de phisique et le ciel par
son mouvement contient tout le temps
aussi comme la cause contient son effect.

et si comme la mesure contient la cho
se mesuree et donques le ciel est sans
commencement et sans fin ce est la pre
miere raison et selon la translacion
de boece aristote conclut ainsi semper
est eternum sine principio et sine fine
per omnia secula. Il veult dire que le ciel
a dure et durera par tous les siecles.

Et est assavoir que cest mot segnon
ou siecle est prins en .iij. manieres
une est pour le monde. Item platon ap
pelloit siecle la duracion qui estoit
avant que le commencement du monde
et du temps et ce est eternite premiere
si comme il fu dit ou .xviij. c. du pre
mier. Item il est dit de la duracion.

# II. LA VOLTA CELESTE

Inteso come involucro del mondo e spazio in cui brillano gli astri, il cielo non interessa molto ai contadini o ai marinai. Mentre sole, luna, stelle e meteore danno origine a una copiosa produzione di scritti e trattati, di riti e superstizioni, la volta celeste sembra restare estranea alla curiosità popolare.

Shu, il dio egizio dell'atmosfera, tiene sollevata la figlia Nut, dea del cielo, per separarla dalla terra, e creare così il mondo.

Erroneamente considerata un'incisione popolare del Quattrocento, questa immagine è in realtà una composizione dell'astronomo francese Camille Flammarion (1842-1925), celebre divulgatore, per la sua opera *L'astronomie populaire*, pubblicata nel 1880. Vi si illustra il paradosso di un firmamento limitato. Infatti, se è limitato, che ci sarà mai oltre il suo confine estremo?

Scrive lo studioso delle tradizioni popolari Paul Sébillot (1843-1918): "Quando interrogo la gente per capire se alcune credenze tradizionali siano ancora vive, le persone appaiono addirittura sorprese, come se si parlasse di cose a cui non hanno mai pensato". Questa indifferenza lascia Sébillot stupefatto.

## Il cielo: una grande tela distesa sopra la terra o una corazza di testuggine?

Il cielo è stato visto spesso come un'immensa volta formata di una sostanza solida alla quale sono fissate le stelle, come quelle che ornano le volte di certe chiese.

Per altri, la volta stellata è di materia liquida, e una forte pressione atmosferica le impedisce di sgocciolare; gli astri scivolano sulla sua superficie come navi su un mare tranquillo. Questa immagine, più rara ma più interessante, si associa al ricordo dei tempi in cui i nostri antenati

discorrevano di uccelli a cui era nota la strada dell'oceano superiore. Andando ancora più indietro nel tempo, può essere collegata alle leggende del mondo musulmano, ai miti del Giappone o della Malaysia, e alle acque celesti riversate da Iahvé su un mondo colpevole, alle quali trovarono scampo solo Noè e la sua famiglia.

Ogni cultura rappresenta il cielo in forma diversa: cupola, baldacchino, campana, coppa rovesciata, ombrello che gira sul manico, tendone o corazza di tartaruga. Per i galli, che, a quanto pare, non lo reputavano dimora degli dei ma semplice culla dei fenomeni atmosferici, il cielo era una sorta di tetto. Il loro unico timore era che cadesse sulla loro testa... ma anche questa eventualità non li trovava impreparati: sarebbe bastato puntellarlo con le lance.

Presso i cinesi, i *Pi* – dischi di giada con un foro al centro, risalenti al periodo neolitico – sarebbero, secondo un'interpretazione forse azzardata di un testo rituale del IV secolo a. C., simboli del cielo. Il foro centrale non supera mai un terzo del diametro del disco. Il cerchio simbolizzerebbe il cielo in rapporto alla terra, rappresentata in Cina da un quadrato.

## Quando le divinità celesti erano le divinità supreme

Allo stupore di Sébillot di fronte alle tradizioni che riguardano il cielo risponde la scoperta di Mircea Eliade riguardo ai miti. Eliade ritiene che quasi dappertutto le più alte divinità celesti si siano eclissate, a volte fino a scomparire nell'oblio, a favore di altre forze soprannaturali più vicine all'esperienza quotidiana dell'uomo, quindi più "utili", più "efficaci". Così, nella mitologia greca, Urano, il dio che nei tempi più remoti rappresentava la volta

celeste, viene mutilato e detronizzato dal figlio minore, Crono. Per questo parricidio Crono verrà a sua volta punito dai suoi figli: al termine di una guerra di dieci anni, lui e i Titani saranno sconfitti ed esiliati nelle umide e sinistre profondità del Tartaro.

Lo scettro dell'universo passa allora a Zeus, che regnerà sul cielo grazie al suo splendore e ai suoi poteri, relegando nell'ombra il suo mitico nonno, il vecchio Urano.

Diversamente da quella di Urano, la figura di Zeus non è associata unicamente al cielo: al suo nome si aggiungono attributi che designano fenomeni celesti più vicini all'esperienza quotidiana dell'uomo, come le nubi, la pioggia, il tuono e il fulmine. L'ordine immutabile, trascendente, impassibile del cielo fa posto al disordine, alla drammaticità e al fecondo dinamismo delle forze atmosferiche.

Padre degli dei e degli uomini, Zeus (a sinistra) troneggia adorno degli attributi del potere: l'aquila, la folgore e la vittoria alata. La statua in questione si trovava nel tempio di Olimpia, una delle Sette Meraviglie del mondo.

## Il cielo notturno e le costellazioni

Minuscole fessure attraverso cui si intravede il fuoco celeste, diamanti incastonati nel firmamento, laghetti che risplendono nelle nere praterie della notte, come pensano gli eschimesi, o globi d'idrogeno incandescente che lentamente si trasforma in elio, come è nella visione degli astronomi: ogni notte, il cielo si adorna di migliaia di stelle visibili a occhio nudo. Per riconoscerle una notte dopo l'altra, gli uomini si abituano presto a radunare le più luminose in figure geometriche di varie dimensioni. Ovunque, in seno alle grandi civiltà così come presso i più esigui raggruppamenti umani, nascono in tal modo le costellazioni.

A ogni latitudine della Terra, le più alte

Questa immagine, tratta da un catechismo della fine del secolo scorso, racconta i sei giorni della creazione del mondo. Nel primo, Dio separa la luce dalle tenebre; nel secondo, separa le acque in alto da quelle in basso e crea il firmamento; nel terzo, crea la vegetazione; nel quarto, il sole, la luna e le stelle; nel quinto, i primi esseri viventi; nel sesto, l'uomo e la donna.

sull'orizzonte, ritornano ogni notte, sempre identiche a se stesse. Senza mai tramontare, girano attorno a un punto fisso del cielo: la Stella Polare, per chi abita nell'emisfero boreale. Per coloro che vivono nell'emisfero australe, il cielo si muove invece attorno a una zona oscura, priva di stelle visibili. Altre stelle sorgono a oriente e salgono in cielo, dove percorrono un lungo arco, tramontano a occidente e scompaiono dietro l'orizzonte. Sono visibili solo in certi periodi dell'anno, e la loro scomparsa non significa affatto che si siano spente, bensì, più banalmente, che attraversano il cielo quando è inondato dalla luce del giorno, davanti alla quale persino gli astri più luminosi impallidiscono fino a scomparire.

Il raggruppamento delle stelle in costellazioni è un'operazione del tutto arbitraria; ciascuna cultura, ciascuna tribù compone le sue figure, dà loro nome, anima, storia, secondo la propria fantasia. Esistono, però, alcuni grandi agglomerati ben caratterizzati, o all'opposto aggregati piccoli ma ben delineati, comuni a tutte le civiltà presso cui sono visibili: l'Orsa Maggiore, Orione, le Pleiadi e i Gemelli.

Le immagini che gli uomini credevano di ravvisare in cielo sono la testimonianza dei loro interessi e delle loro ansie. Quando la loro principale attività era la caccia, vi scorgevano cani, orsi e cacciatori. Nel Settecento, i navigatori europei giunti nell'emisfero australe vedevano in cielo telescopi, bussole e poppe di navi. In queste pagine, alcune costellazioni raffigurate in un trattato del Trecento.

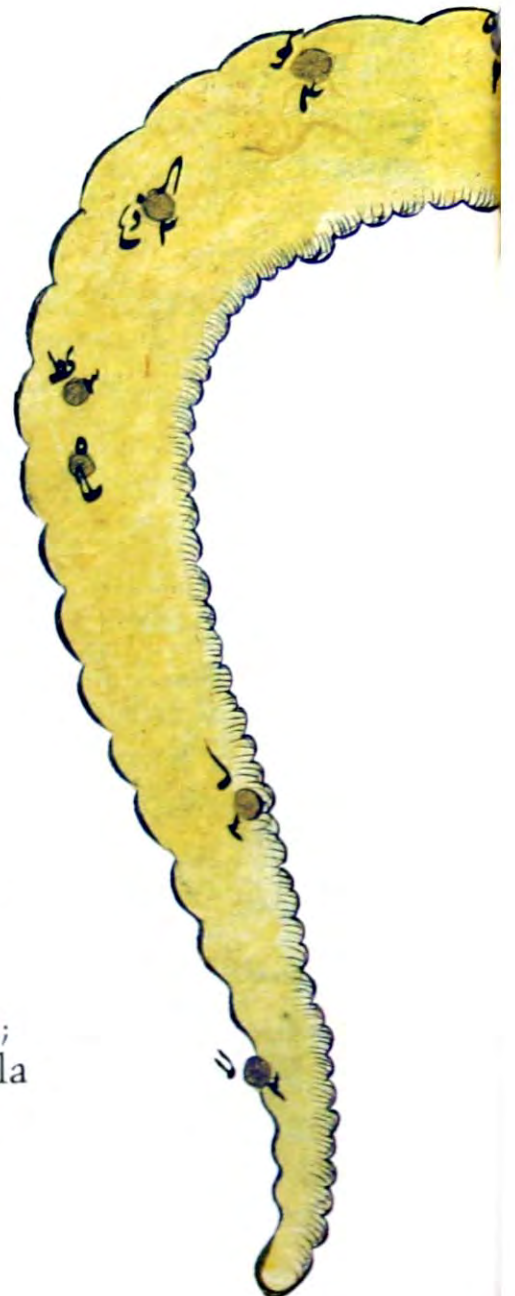
## La leggenda dell'Orsa Maggiore

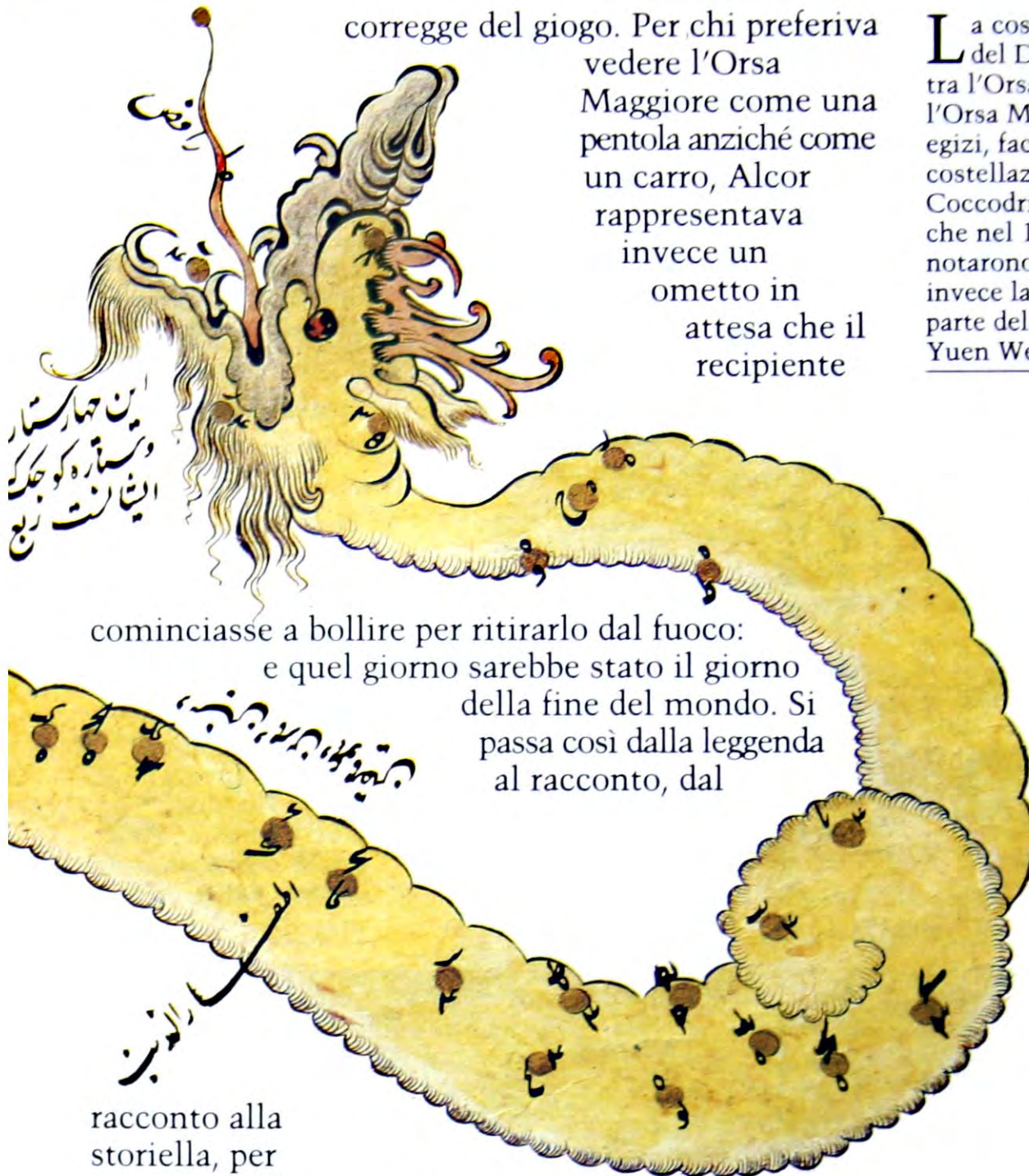
Callisto, secondo alcuni una ninfa, secondo altri figlia di un re, ebbe l'onore di essere amata da Zeus e ne rimase incinta. Per vendicarsi, la gelosissima moglie di Zeus, Era, la trasformò

Questo disegno persiano, risalente al Quattrocento, ci offre una mirabile rappresentazione dell'Orsa Maggiore, la costellazione a partire dalla quale è possibile identificare tutte le altre.

in un'orsa; o forse fu lo stesso Zeus, per proteggerla dalle ire della consorte, a escogitare quel travestimento. In ogni caso, il dio le tributò una gloria senza pari innalzandola in cielo, dove la si vede nelle sembianze dell'Orsa Maggiore.

Per gli aztechi, questa costellazione è il dio Tezcaltlipoca, cupa divinità associata alla morte e al Nord, e a cui un mostro celeste ha divorato un piede. Infatti, se alla nostra latitudine l'Orsa Maggiore non tramonta mai, negli altopiani messicani, dove vivevano gli aztechi, l'ultima stella dell'Orsa scompare dietro l'orizzonte.

Nella tradizione indù, le sette stelle più luminose dell'Orsa Maggiore sono abitate dai sette Rishi, cioè i sette saggi primordiali. Anche i cinesi vi scorgevano a un tempo i sette Reggitori astronomici – che presiedevano agli influssi celesti – i sette ingressi del cielo notturno e le sette porte del cuore. I baschi, invece, vi riconoscevano due buoi, seguiti da due ladri che spiavano il bovaro, il domestico e la serva di questi; Alcor, che si trova al di sotto del secondo bue ed è la stella più fioca (il suo nome, infatti, deriva da una parola araba che significa "la debole"), era un cagnolino, oppure un topolino che rosicchiava le

correggе del giogo. Per chi preferiva vedere l'Orsa Maggiore come una pentola anziché come un carro, Alcor rappresentava invece un ometto in attesa che il recipiente

La costellazione del Drago si insinua tra l'Orsa Maggiore e l'Orsa Minore. Per gli egizi, faceva parte della costellazione del Coccodrillo. I cinesi, che nel 1337 vi notarono una cometa, invece la consideravano parte della costellazione Yuen Wei.

cominciasse a bollire per ritirarlo dal fuoco: e quel giorno sarebbe stato il giorno della fine del mondo. Si passa così dalla leggenda al racconto, dal racconto alla storiella, per ritrovarsi nel mito con l'evocazione dell'apocalisse.

## La Stella Polare, punto di riferimento di tutti i viaggiatori in terra, in mare e nel cielo

Se per alcuni le stelle sono le finestre del mondo, e per altri i suoi occhi, da cui sgorgano raggi di luce o fuggono insetti che scendono sulla terra, la Stella Polare è la porta celeste che congiunge i mondi, attraverso la quale gli eroi raggiungono gli dei o ridiscendono tra gli uomini. Ma è soprattutto l'ombelico, il centro fisso dell'universo: ogni notte è lì, mentre tutto il cielo le ruota attorno.

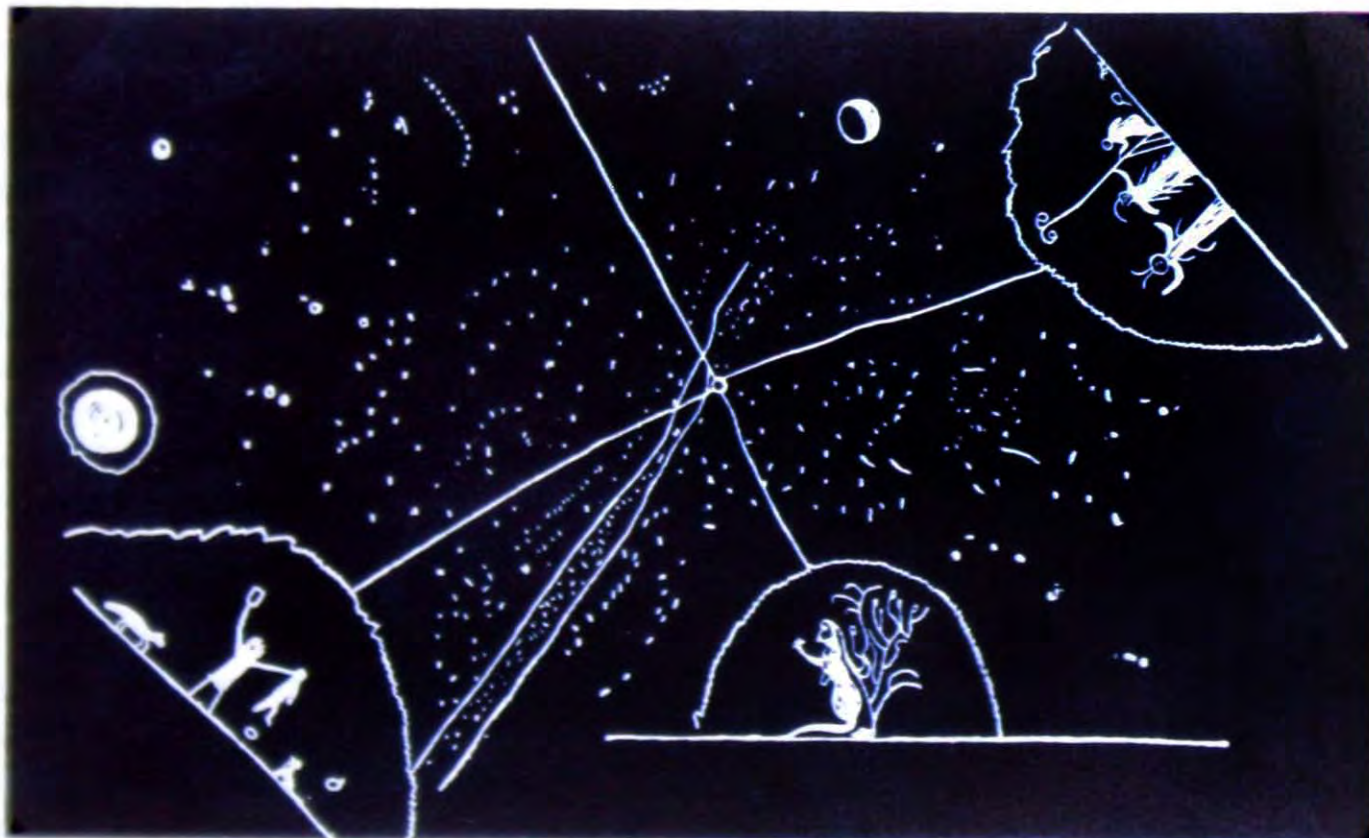
Per questo, la posizione di tutte le altre stelle viene determinata a partire dalla Polare. Per le popolazioni del grande Nord, le stelle sono cavalli, e la Polare è il paletto al quale sono attaccati. I nomadi, i navigatori e poi i primi aviatori se ne sono sempre serviti per orientarsi.

A sinistra, un contadino calcola l'avanzamento della notte dopo il passaggio delle stelle sulla verticale della Polare. È un'incisione tratta dal più antico e più famoso degli almanacchi, il *Grand Compost des bergers*.

## Venere, regina della mitologia planetaria

"La stella del mattino assomiglia a un uomo, dipinto di rosso dalla testa ai piedi; questo è il colore della vita. Egli indossa gambali e una veste. In testa ha una morbida e vellutata piuma d'aquila, dipinta di rosso. Quella piuma rappresenta la nuvola dolce e leggera che naviga alta nel cielo... Stella del mattino, donaci la forza e il ritorno della bella stagione... Il giorno la incalza."

Così cantavano gli indiani delle praterie del

Sotto, un disegno chutechi della Siberia orientale: rappresenta il cielo e i mondi inferiori. Possiamo notare: in alto, le Pleiadi; in basso a sinistra, la Via Lattea; e forse, in alto a sinistra, Venere in fase crescente.

Nordamerica. Ma, paradossalmente, la stella del mattino, che altrove è chiamata stella del pastore, è un pianeta: Venere. Venere non emana luce propria – a differenza delle stelle, che dispongono di formidabili riserve di energia nucleare – ma risplende per la luce proveniente dal sole, riflessa dalla densa coltre di nubi che la avvolge. Nell'atmosfera bluastra dell'alba, Venere brilla di una luce bianchissima: evidentemente, per vederla più rossa di Marte, gli indiani dovevano essere dotati di molta fantasia; o, forse, il cielo a oriente era particolarmente saturo di polveri che arrossavano la luce solare. D'altra parte, siccome cantavano che il giorno teneva dietro alla stella del mattino, dovevano aver notato che Venere, orbitando tra la Terra e il Sole, non si allontanava mai di molto da quest'ultimo.

Dipinta di rosso e nero, questa maschera irochese rappresenta l'astro crescente e calante.

## Ammaliante o ammorbante, Venere non lascia mai indifferenti

Nonostante lo splendore, che dovrebbe attribuirle tutte le immagini positive legate alla luce, e sebbene accompagni l'aurora, ricca di tutte le promesse, non sempre Venere è considerata un astro benefico.

Quetzalcoatl, il Serpente Piumato, è il dio supremo degli aztechi. Si presenta sotto diverse forme: il sole, il vento e il pianeta Venere.

I messicani antichi la temevano, e la mattina presto sprangavano porte e finestre per proteggersi dai suoi raggi, nella convinzione che fossero apportatori di malattie. I maya la credevano il fratello maggiore del sole e la immaginavano come un uomo corpulento, con il faccione coperto da una folta barba.

Questa parentela con il sole si spiega grazie al fatto che gli è sempre vicina nel cielo, precedendolo quando sorge e seguendolo quando tramonta. Probabilmente, i suoi attributi malefici

Questa scultura, proveniente dal sito di Tula, in Messico, appartiene a un gruppo di quattro atlanti che rappresentano Quetzalcoatl sotto forma di Venere.

Il Perugino, nome d'arte di Pietro Vannucci (1448-1523), dipinse questa Venere, accompagnata dal figlio Cupido, sul carro trainato da due colombe.

sono da imputare proprio a questo fenomeno: è la stella del mattino ma anche della sera, che appare quasi furtivamente, ora a est, ora a ovest, verso la luce e verso le tenebre. È così che Venere è stata per i maya e gli aztechi simbolo di morte, ma anche di rinascita: rappresentava Quetzalcoatl, il dio che aveva fatto risorgere l'umanità sottraendone le ossa al regno dei morti e rigenerandole con il proprio sangue.

In Occidente, Venere è tradizionalmente legata alla femminilità, al piacere e all'amore: soprattutto presso i romani, che identificavano l'antica divinità italica Venere con la greca Afrodite, dea della

voluttà e dell'amore carnale. Arrivarono a considerarla una delle protettrici di Roma.

## L'astrologia: una pseudo-scienza che non smette di appassionare

Anche per gli astrologi Venere incarna l'amore, l'attrazione, l'armonia e la dolcezza. I segni zodiacali che rafforzano il suo influsso sono il Toro e la Bilancia. Gli astrologi assimilano i pianeti ai segni dello zodiaco. Il Sole, nella sua rotazione attorno alla Terra, disegna, sullo sfondo delle costellazioni, un cerchio definito "eclittica". I cinque pianeti visibili a occhio nudo – Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno – girano entro una fascia piuttosto stretta, che l'eclittica divide latitudinalmente in due. Nel percorrere tale fascia, i cinque pianeti e i due "luminari" (il Sole e la Luna) attraversano dodici costellazioni: Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione, Sagittario, Capricorno, Acquario e Pesci. Dato che in greco *zôion* significa "animale", non c'è da stupirsi che la fascia, popolata com'è da una maggioranza di animali, sia chiamata, a memoria di astronomo e di astrologo, zodiaco.

Attenzione, però: quando gli astronomi parlano di Ariete, intendono la *costellazione* dell'Ariete; quando ne parlano gli astrologi, invece, intendono il *segno* dell'Ariete, cioè una delle dodici parti, o "case", dello zodiaco, che il sole impiega un mese ad attraversare. Vi fu un tempo, nel II secolo a.C., in cui segni e costellazioni coincisero; sfortunatamente, però, la precessione degli equinozi, cioè lo slittamento del "cammino" del sole tra le stelle, ha giocato un brutto tiro agli astrologi: facendo indietreggiare il punto in cui il sole valica l'equatore in primavera, la processione si è trascinata dietro i segni degli astrologi. In questo modo, un segno astrologico oggi comprende una costellazione diversa da quella a cui deve il proprio nome. Per esempio,

Lo zodiaco (sotto in un manoscritto quattrocentesco) deve il suo nome agli animali che ne fanno parte. I dodici segni erano chiamati anche "case del cielo" o "dimore mensili di Apollo", poiché l'astro del giorno ne abita una nuova ogni mese, e ogni primavera ritorna all'inizio della città zodiacale.

L'uomo era considerato come un microcosmo: ne è testimonianza questa splendida carta astrologica miniata del corpo umano. In un ovale, ornato dei dodici segni dello zodiaco, (a fronte, miniatura tratta da *Les très riches heures du duc Berry*) troviamo gli stessi segni associati alle parti del corpo a cui si presume presiedano.

il segno dell'Ariete
oggi corrisponde alla
costellazione dei Pesci.
Quando l'oroscopo annuncia che il sole sta entrando nel segno dell'Ariete, occorre dunque interpretare che entra nella costellazione dei Pesci. Rigirando il discorso a proprio vantaggio, gli astrologi sostengono che la zona del cielo in cui si

Ariete 21 marzo - 19 aprile

Toro 20 aprile - 20 maggio

Gemelli 21 maggio - 21 giugno

Cancro 22 giugno - 22 luglio

Leone 23 luglio - 22 agosto

Vergine 23 agosto - 22 settembre

Bilancia 23 settembre - 23 ottobre

Scorpione 24 ottobre - 22 novembre

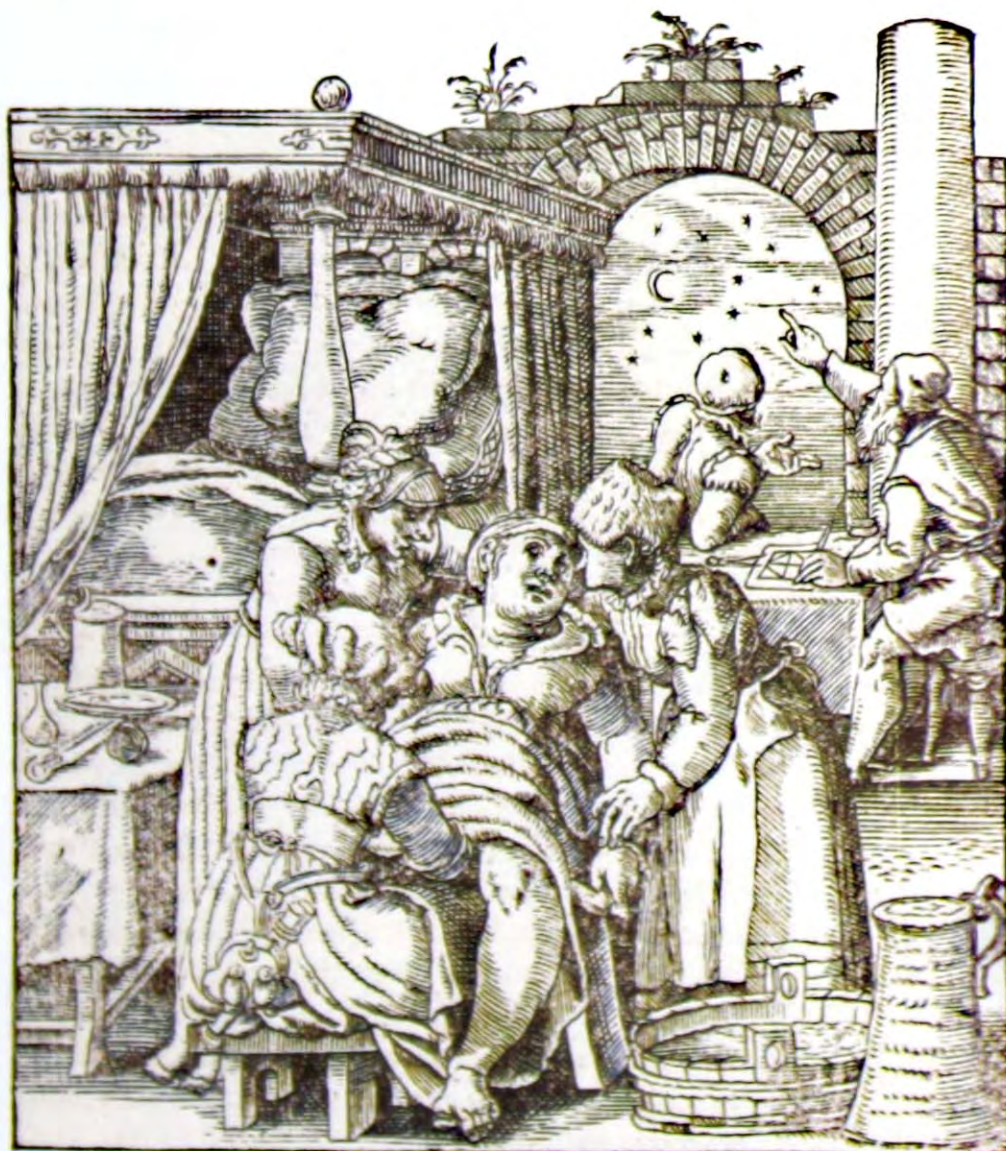
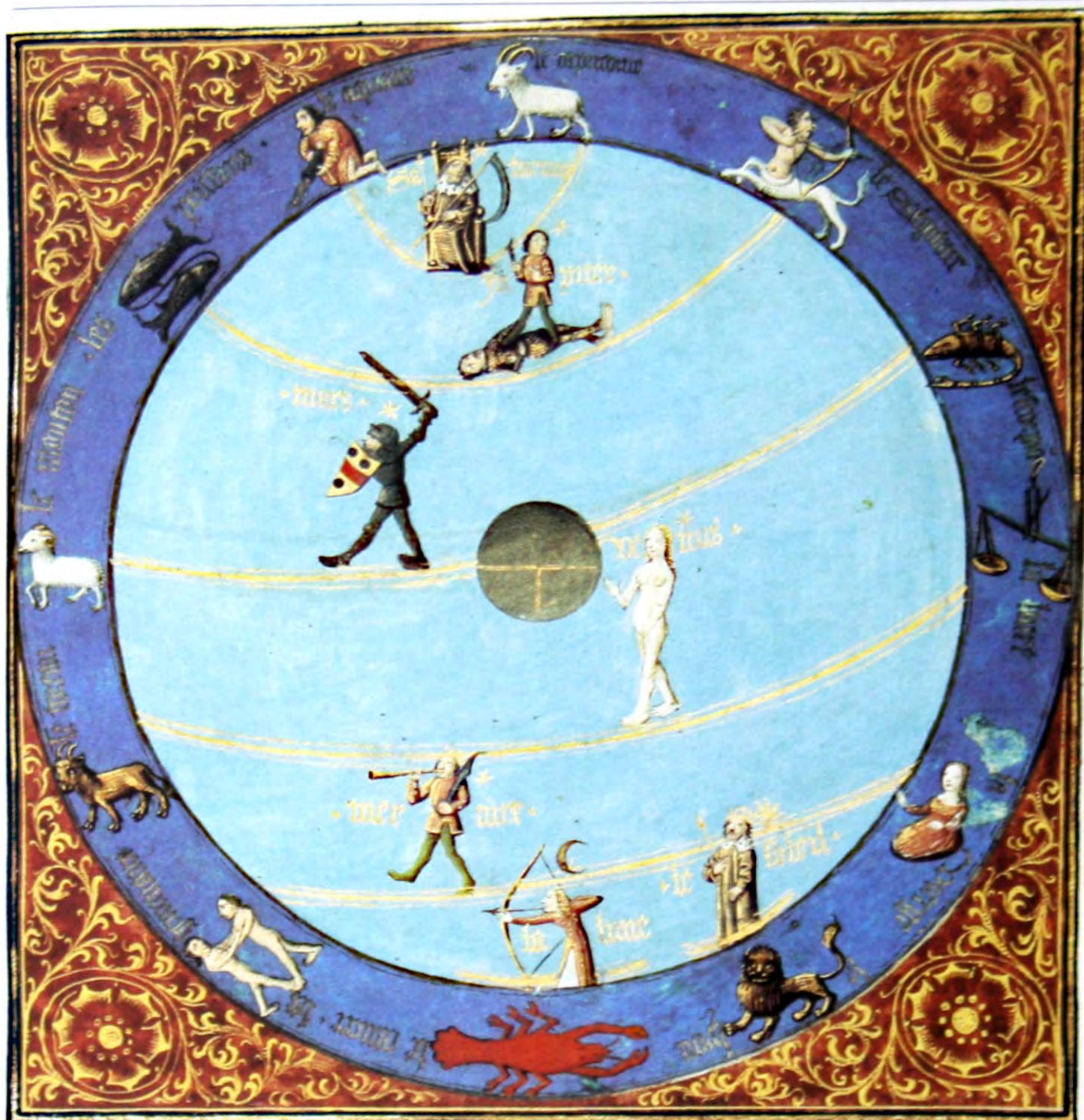
Sagittario 23 novembre - 21 dicembre

Capricorno 22 dicembre - 20 gennaio

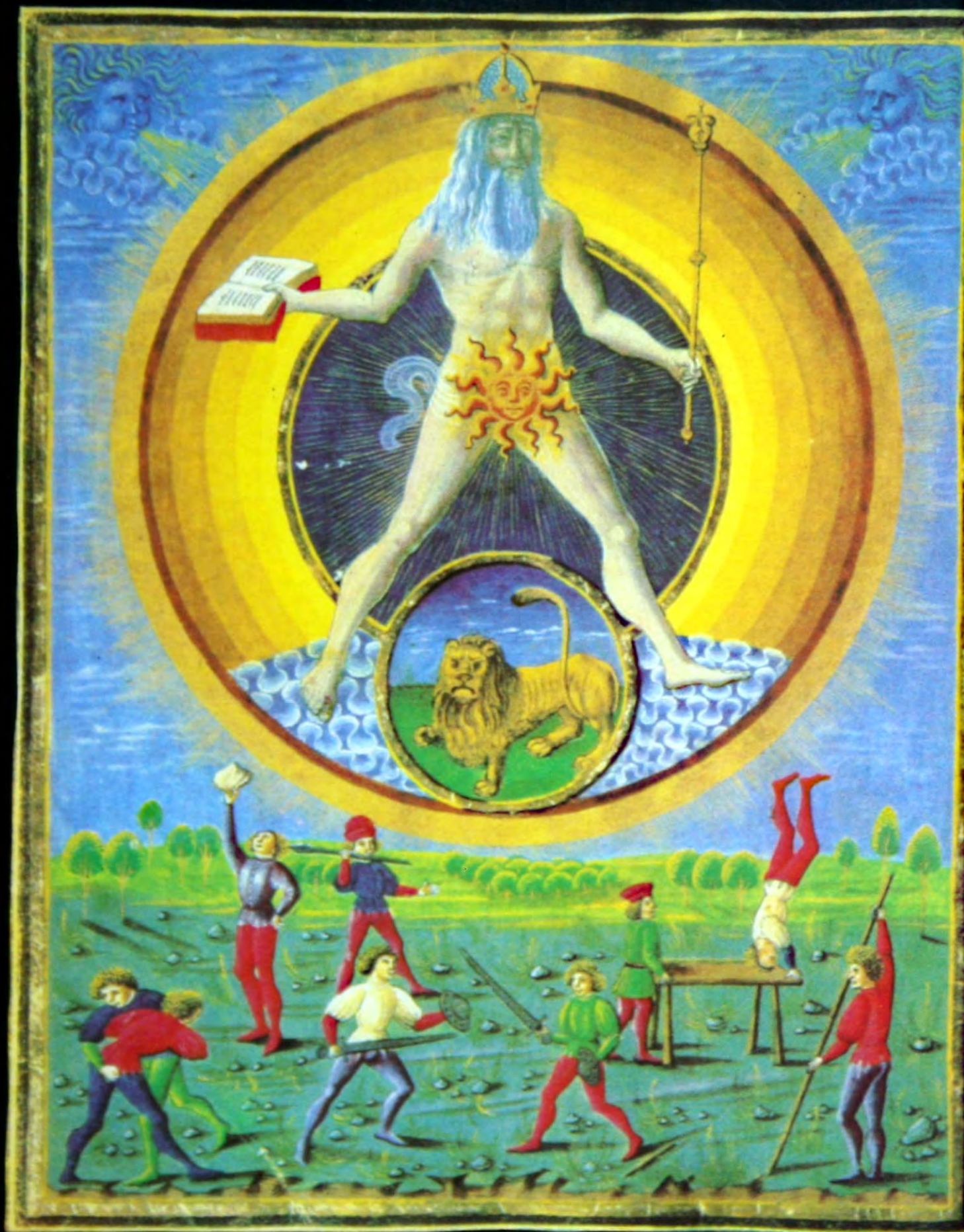
Acquario 21 gennaio - 19 febbraio

Pesci 20 febbraio - 20 marzo

trovava la costellazione dell'Ariete più di duemila anni fa garantisce ancora oggi l'efficacia delle virtù di questo animale. Ma la faciloneria che caratterizza il simbolismo astrologico (il Leone è forza, i Gemelli sono tenerezza, e via di questo passo) non indietreggia di fronte a errori e contraddizioni. È molto difficile ammettere che verrà un giorno in cui il sole, trasferendosi nella costellazione dei Gemelli, resterà nonostante tutto sotto il regale influsso del Leone: quasi che le

Il determinismo insito nell'astrologia colpì profondamente l'umanista Petrarca, il quale, protestando energicamente, si fece cantore della libertà umana: "Perché umiliate il cielo e la terra e mortificate inutilmente i figli degli uomini? Perché appesantite le stelle luminose con le vostre futili leggi? Perché rendere schiavi di un cielo inanimato noi, che siamo nati liberi?"

Sono più di duemila anni che l'astrologia ha inventato una cartografia del destino, che gli oroscopi affermano di saper rivelare. Appassionante e ambigua, l'astrologia popolare riesce a calmare le inquietudini degli esseri umani, ad alimentare il loro immaginario e la loro curiosità. Alle sedute dall'astrologo (in alto) o alla determinazione dell'oroscopo dei nascituri (a sinistra) corrispondeva una vera e propria letteratura astrologica, che ancor oggi è diffusissima.

direzioni astratte dello spazio avessero poteri più forti della direzione di quelle stelle che, a detta degli astrologi, governano il destino degli uomini. Del resto, ogni astrologo predirà a ognuno un destino diverso.

Comunque vale la pena di ricordare che, se Venere simboleggia l'amore e la tenerezza tanto che nel Medioevo fu soprannominata il Piccolo Benefico, Marte veniva invece chiamato il Piccolo Malefico, e simboleggiava principalmente l'energia, l'ardore e l'aggressività. Mercurio era privilegiato: il suo ruolo di figlio del sole e della luna era quello del

Questa miniatura quattrocentesca, tratta dal *Libro della proprietà delle cose* di Barthélemy l'Anglais, è una rappresentazione del cielo degli astrologi con i cinque pianeti e i due "grandi luminari" attorniati dai dodici segni zodiacali.

• SOL •

• LVNA •

•SATVRNVS•

• JOVIS •

mediatore, ed era simbolo del principio di relazione, scambio e comunicazione. Giove, il pianeta più importante, possiede poteri consoni al suo rango e incarna il principio dell'autorità, dell'ordine e dell'equilibrio. Quanto a Saturno, il suo colore pallido lo condanna: è il Gran Malefico, il simbolo dell'impotenza, della sfortuna e della paralisi.

## La Via Lattea, sentiero delle anime in cammino verso il paese dei morti

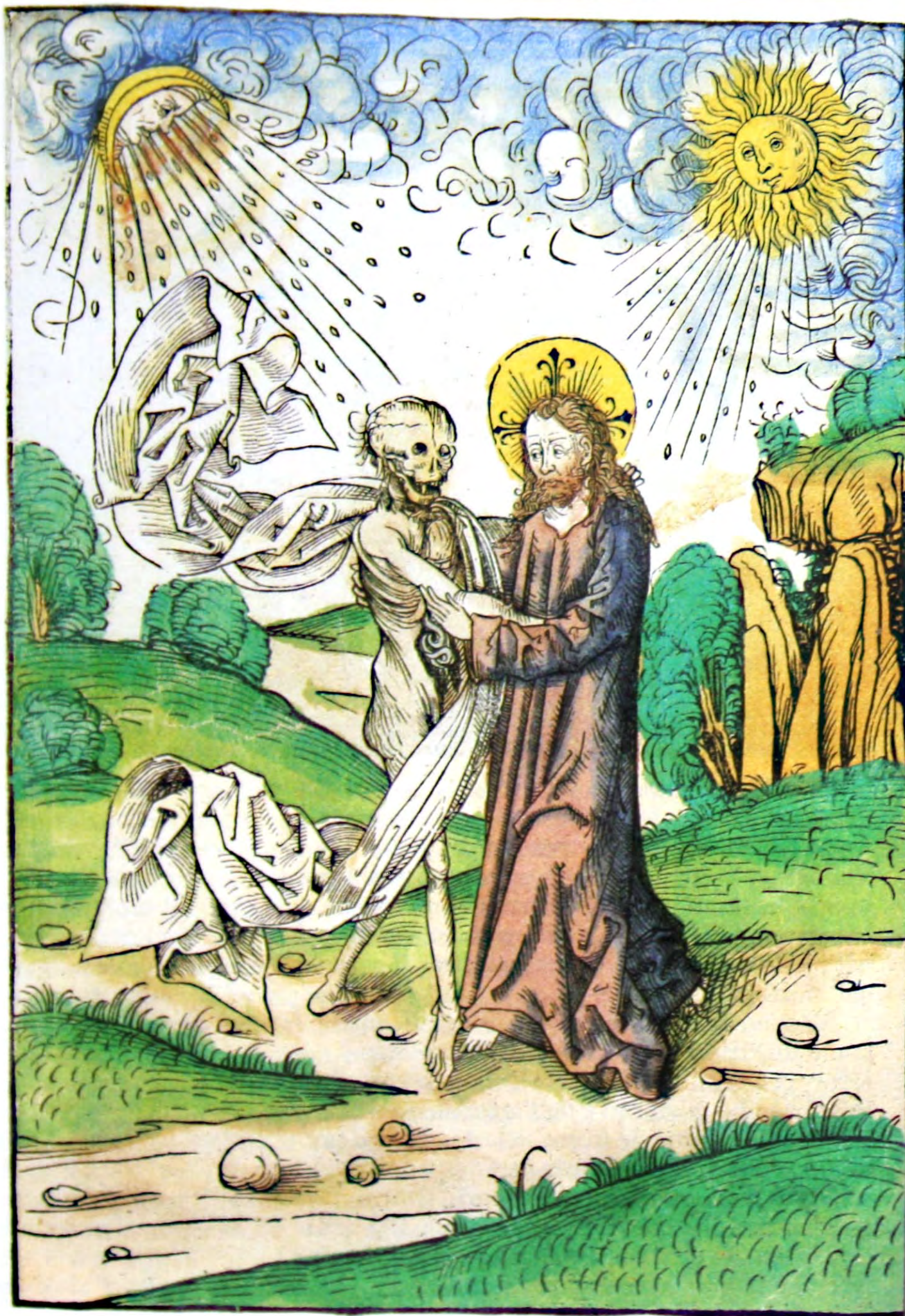
Se la notte è molto limpida, un occhio attento è in grado di scorgere un lungo nastro biancastro, debolmente luminoso, che attraversa il firmamento. Intorno, il nero fondale del cielo è disseminato di stelle lucenti. Per molto tempo la Via Lattea è rimasta un mistero che gli astronomi preferivano ignorare, considerandola frutto di esalazioni provenienti dalla terra. Fino a quando, in una notte dell'inverno 1609, Galileo puntò una lente verso di lei, e ai suoi occhi apparve un brulichio di stelle.

La tradizione, comune in tutta Europa, che vede in quella nube biancastra una traccia di latte versato in cielo, trae origine da una leggenda sull'infanzia di Eracle, uno dei più popolari eroi della mitologia greca, e noto in quella romana come Ercole. Per godere dell'immortalità, Eracle doveva succhiare al seno di Era, la bisbetica moglie di Zeus: un'impresa impossibile senza ricorrere a un trucco. Fu Ermete, l'astutissimo figlio di Zeus (e inventore, tra l'altro, del flauto), a deporlo in braccio alla dea addormentata. Svegliatasi di lì a poco, Era scacciò il bambino, ma troppo tardi. Il latte che le colava dal seno lasciò una traccia nel cielo: la Via Lattea.

Traccia di latte, dunque, e per gli eschimesi traccia di neve del Grande Corvo: tracce che indicano un sentiero, una via, un percorso. In Estonia e in Lapponia, la Via Lattea è il sentiero degli uccelli; per i finni del Volga, è quello delle oche selvatiche. Per i tartari del Caucaso si tratta della scia lasciata da un ladro di paglia. Se per certi musulmani indica il cammino dei pellegrini verso la Mecca, per gli europei può simboleggiare

Il nome che un popolo del Botswana, in Africa, dà alla Via Lattea, ha una certa poesia: è chiamata "la schiena della notte", come se la notte fosse un enorme animale all'interno del quale noi viviamo. La Via Lattea regge dunque la notte; senza di lei, l'oscurità cadrebbe in frantumi ai nostri piedi.

la via del pellegrinaggio verso San Giacomo di Compostela: una leggenda vuole che il santo apparisse a Carlo Magno per indicargli con la Via Lattea la strada per arrivare al suo sepolcro, in Spagna. E un po' dappertutto nel mondo la Via Lattea è il sentiero delle anime che partono per l'aldilà: alla sua estremità si trova il paese dei morti.

Vi sono altrettante tradizioni in cui appare come una delle vie di passaggio dal mondo terrestre a quello divino, svolgendo di notte la funzione che di giorno è dell'arcobaleno. I cinesi, per i quali è il grande fiume celeste, dicono in fondo la stessa cosa: il fiume termina nell'abisso senza fondo del Sudest, ed è proprio dentro quell'abisso che la madre del sole e quella della luna bagnano ogni mattina i loro figli prima che facciano la loro comparsa nel cielo.

# III. ASTRI DIURNI, ASTRI NOTTURNI

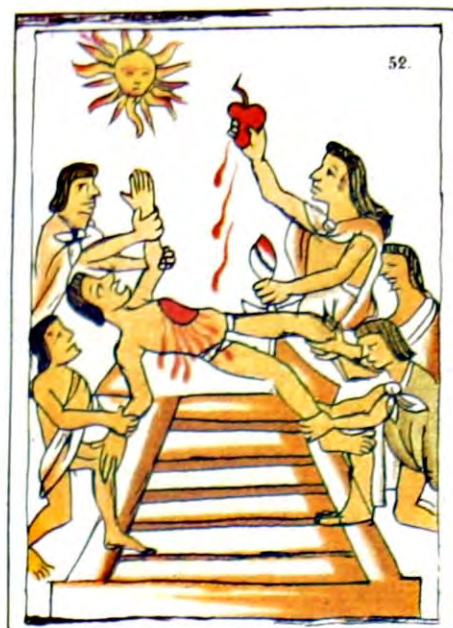
Nel 1519, quasi trent'anni dopo lo sbarco di Colombo nelle Antille, Hernán Cortés conquista il Messico e scopre i popoli del sole. Quando l'imperatore azteco Montezuma lo accompagna in cima alla piramide che domina la capitale Tenochtitlán, le cose che più colpiscono il *conquistador* sono i draghi scolpiti nella pietra e la quantità di sangue ancora fresco delle vittime sacrificali.

A sinistra, un'incisione tedesca quattrocentesca in cui Cristo è associato al sole, e la morte alla luna. Una bipolarità quasi universale secondo cui il sole è benefico e la luna malefica. A destra, un sacrificio presso gli aztechi.

## Il popolo del sole e il sangue dei sacrifici

Gli indios messicani ritenevano che l'attuale universo fosse stato preceduto da quattro mondi, o quattro "soli", tutti distrutti da immani cataclismi. Il quinto, cioè il nostro, era nato dal concorso delle forze di due divinità opposte: Quetzalcoatl, il Serpente Piumato, dio della luce, e Tezcaltlipoca, lo Specchio Fumante, dio delle tenebre, che insieme avevano risuscitato il cielo dopo l'ultima catastrofe. Ma il nuovo mondo era freddo e oscuro, e tutti gli altri dei avevano deciso di sacrificarsi per creare il sole e la luna, destinati a nascere dalla trasformazione di due di loro. Il primo dio si era gettato spontaneamente in un braciere, aveva preso fuoco, ed ecco il sole; il secondo aveva esitato per ben quattro volte, facendo sì che la luna emanasse una luce assai più debole.

Il mondo, però, continuava a essere imperfetto. Gli astri, immobili, rischiavano di bruciare la terra. Per metterli in movimento, era necessario un ulteriore sacrificio: quello di tutti gli dei. Toccò a Quetzalcoatl ucciderli, prima di immolare anche se stesso. Ma non si trattava di una morte eterna. Risorto, il Serpente Piumato intervenne di nuovo: scese agli inferi per cercarvi le ossa dei morti, le ridusse in polvere e le impastò con il proprio sangue, creando così la nuova umanità. C'è molto sangue in questa storia della creazione del mondo: molto sangue e molte morti. Perché la morte è la necessaria premessa della vita.

Da quel mito della creazione gli aztechi traggono un insegnamento: che il mondo, e dunque la vita umana, è legato al movimento del sole. Ma questo mondo, esattamente come il suo sole, è precario. Spetta dunque all'imperatore, garante della sopravvivenza dell'intera umanità, di far rispettare il patto che vincola il mondo ai suoi creatori, gli dei: è compito suo di assicurare che il sangue, l'"acqua preziosa", continui a scorrere sugli altari per tenere lontane le forze della distruzione.

Presso gli aztechi i sacrifici umani erano frequentissimi. Si eseguivano durante imponenti cerimonie dedicate al sole o ad altre grandi divinità. Hernán Cortés si batté perché cessassero.

**La luna dei babilonesi, primo garante dell'ordine cosmico**

Millesettecento anni prima di Cristo, la civiltà babilonese produsse il primo poema mitologico della storia umana: un racconto della creazione chiamato, dalle parole con cui inizia, *Enuma elish* ("Quando in alto") e consistente in un'antologia di testi o di traduzioni antiche. Vi si dice tra l'altro: "In principio, gli dei Anu, Enlil ed Ea assegnarono ai due dei che presiedono al cielo e alla terra i rispettivi domini. [...] Per Sin e Shamash ci furono

Questo colossale monolito di venti tonnellate, chiamato "pietra del sole", riassume la cosmologia dei messicani antichi. Al centro, il volto umano con la lingua fuori rappresenta tradizionalmente Tonatiuh, il dio-Sole, che reclama sacrifici umani.

Per la civiltà babilonese la volta celeste disseminata di stelle e i due "grandi luminari" sono il corpo della dea-madre Tiamat, embrione del mondo, diviso in due da Marduk, il dio che diede ordine all'universo.

due parti uguali, il giorno e la notte. Dalla base alla sommità del cielo, essi hanno determinato la misurazione del tempo". Il sole e la luna, nati contemporaneamente dalla dea-madre Tiamat, sono dunque rispettivamente i signori della luce diurna e di quella notturna. Scandiscono anche il tempo: il sole, che presiede ai giorni e agli anni, ha una potestà doppia, mentre la luna, che presiede ai mesi, ha un'unica potestà.

A Babilonia si riservava un'attenzione particolare proprio alla luna e alla sua fragilità. Con il suo alternarsi di crescita e decrescita, di morte e rinascita, era simbolo per eccellenza del divenire e della precarietà. Se ogni luna nuova era considerata una breve morte dell'astro, le eclissi, invece, rappresentavano il rischio della morte definitiva, e quindi erano assai temute. Secondo il mese in cui si verificavano, e per scongiurare i malefici di cui erano portatrici, i babilonesi talvolta facevano immergere il re in un bagno purificatore di resina di pino e poi lo cospargevano di olio di mirra,

Questa testa colossale rappresenta la dea Coyolxauhqui, presso gli aztechi simbolo della luna e della notte. Reca incise sulla fronte le fasi lunari. La dea è sorella di Huitzilopochtli, dio della guerra e simbolo del sole allo zenit.

talaltra lo facevano sdraiare dietro una porta e lo aspergevano con acqua piovana, per poi rivestirlo con un abito da cerimonia, indossato il quale doveva baciare una donna anziana.

Anche presso i babilonesi, dunque, il re era responsabile del buon andamento dell'universo.

Data la forma a falce, presso numerose civiltà le corna dei bovini erano simbolo della luna. Per gli assiri, la luna e la Grande Vacca sono associate nei riti di fecondità. Un inno sumero chiama il dio-Luna "Toro vigile dagli infaticabili piedi".

## Sole e Luna: un rapporto molto stretto

Il Sole e la Luna sono i due "luminari" che si spartiscono il cielo. Al primo appartiene il giorno, alla seconda la notte. Tuttavia, quando è plenilunio e i due astri sono diametralmente opposti tra loro, con in mezzo la Terra, la Luna sorge a est nello stesso momento in cui il Sole tramonta a ovest: occupano il cielo simultaneamente. Scintillano, rosseggianti per le polveri che si addensano all'orizzonte: due dischi identici, fratello e sorella.

Più di tremila anni fa, a Babilonia, come nel Messico del Cinquecento, la luna e il sole hanno una "nascita" contemporanea. Spesso, poi, in numerose cosmogonie (i miti sulla nascita dell'universo) sono parenti. Per gli eschimesi, sono due bambini di un villaggio costiero. La figlia, importunata dal fratello, cerca la salvezza

In questa miniatura, contenuta in un trattato di alchimia del Cinquecento, il sole e la luna sono effigiati in tutta la loro maestosità. Sotto i piedi del sole, vestito di rosso, la terra prende fuoco. La luna, invece, ha le vesti candide. Gli alchimisti – per i quali il sole è il fuoco insito nella materia – diedero il nome di "albero solare" allo zolfo rosso e di "albero lunare" allo zolfo bianco. Chiamavano Diana la luna e Apollo il sole. E se Diana, secondo il mito, è sorella di Apollo, è anche la primogenita. E se ha fatto da levatrice per aiutare sua madre a mettere al mondo il fratello, ne consegue che il colore rosso, preso dal sole, appare dopo il bianco, che chiamiamo luna. Ma ciò che chiamiamo zolfo rosso è lo zolfo naturale, la vera materia dei filosofi... Di questo passo, gli alchimisti scrissero pagine e pagine destinate a essere comprese solo da chi ne sapesse decifrare il linguaggio.

arrampicandosi su per una lunghissima scala, e si trasforma in sole. Il fratello, senza aver avuto il tempo di vestirsi, corre in tutta fretta a inseguirla e diventa la luna, che non raggiungerà mai la sorella. Senza cibo, il ragazzo-luna svanisce; la ragazza, allora, lo sfama, poi lo lascia di nuovo senza cibo, fino a che non sparisce ancora: un modo davvero grazioso di raccontare le fasi lunari. È interessante inoltre notare che, gli eschimesi non compiono la consueta associazione tra la luna, astro fosco e gelido della notte, e la femminilità.

La credenza in un dualismo che governa il mondo è ancora presente ai giorni nostri nel folclore contadino. Per esempio, nella regione francese della Bretagna è in usanza un elenco delle opere di Dio e di quelle del Diavolo. Se Dio ha creato il cavallo, il Diavolo ha creato l'asino; se l'uno ha creato il sole, l'altro ha creato la luna. Infatti, quest'ultima è spesso considerata un sole mancato o decaduto. Un tempo, nel sud della Francia, si raccontava che Dio avesse creato due soli e che ne tenesse uno in un angolo, di riserva. Ma un bel giorno, non sapendo che farsene, lo aveva scaraventato in cielo, ed era nata così la luna.

"Buon uomo, sei ancora venuto a rubarci della legna." "In fede mia, che io finisca sulla luna, se voi mentite. Non aveva preso altro che quello che c'era già."
*Folclore contadino* del XIX secolo

## Il mistero delle macchie lunari

La Luna ci mostra sempre la sua faccia smorta, che chiazze di varie dimensioni rendono meno monotona. In molti casi, la tradizione attribuisce a quelle macchie un'origine umana o animale. Per esempio, offrirebbero allo sguardo un uomo che, esposto a mo' di monito a una gogna celeste, espia una colpa. E, affinché la punizione risulti più esemplare, l'uomo porta sulla schiena il corpo del reato, che il più delle volte è un peccato di carattere religioso: nella tradizione cristiana, la violazione del riposo domenicale, oppure un furto, o ancora la mancanza di carità. Stranamente, la prova della colpa è sempre costituita da una fascina di legna: il condannato, infatti, o l'ha tagliata di domenica, o l'ha rubata, oppure l'ha rifiutata a qualcuno più povero di lui.

In Guascogna, è il vento che, una domenica di Pasqua, ha spedito il contadino recidivo sulla luna. Con la fascina che aveva preparato per aggiustare una siepe, il malfattore dovrà fare penitenza lassù fino al giorno del giudizio. All'inizio del nostro secolo, i contadini della Vandea mostravano ai loro figli, relegato sulla luna con la sua fascina, l'uomo che aveva rifiutato a Gesù di scaldarsi al suo focolare. In alta Bretagna corre una storia secondo cui un giorno Dio sorprese sul fatto un uomo mentre stava caricandosi sulle spalle della legna rubata. "Questa legna non è tua e, per punirti, dovrei farti morire. Ma la tua ora non è ancora giunta; quindi, ti lascio scegliere il luogo della tua espiazione: il sole o la luna." "Preferisco la luna", rispose l'uomo, "perché si muove solo di notte, e così non sarò visto sempre da tutti."

L'elemento della fascina ha un significato molto chiaro quando l'uomo della luna è colpevole di ruberia, dato che i furti di legname avvenivano soprattutto di notte: in molti paesi, la legna rubata si chiamava infatti "legna di luna". Ma, negli altri casi, è più arduo da spiegare. Gli studiosi del folclore la fanno risalire alla *Bibbia*: nel libro dei Numeri, Iahvé chiede a Mosè di condannare a morte un uomo che era stato sorpreso a tagliare legna di sabato, giorno consacrato al riposo.

## Gli abitanti del sole e della luna

"Tre coniglietti ho visto sulla luna...": così recita una filastrocca, che si collega chiaramente con una leggenda, diffusa in diversi paesi, secondo la quale la luna è abitata da un coniglio o da una lepre. Anche presso gli ottentotti dell'Africa del Sud la lepre è associata alla luna. Un giorno, narrano, la luna incaricò il pidocchio di annunciare agli uomini che il loro destino era simile al suo, e che sarebbero risuscitati dopo la morte. Cammin facendo, il pidocchio incontrò una lepre, la quale, dichiarandosi più veloce, disse che avrebbe portato lei il messaggio agli uomini. Solo che, nel correre, le lepri hanno dei cali di memoria. Così, la bestiola scordò la seconda parte del messaggio,

Nello scintoismo, la religione ufficiale dell'antico Giappone, le divinità come il sole e la luna hanno scarsissimo spazio, mentre nelle tradizioni popolari, di sapore fiabesco, abbondano le figure di animali. Così, secondo una credenza giunta dall'India attraverso il buddismo, la lepre compare spesso come abitatrice della luna; e animale lunare è anche nelle tradizioni cinesi. Quanto ai giapponesi, l'hanno presto fatta propria, assimilandola alla lepre bianca che compare nel *Kojiki* (*Memorie degli avvenimenti antichi*), prima storia scritta del Giappone comprendente miti, leggende e racconti

storici, e parte della quale è considerata testo sacro dello scintoismo.
Nella maggior parte dei codici simbolici messicani, la luna è rappresentata da una sorta di recipiente a forma di mezzaluna, in fondo al quale spicca la figura di un coniglio.

月百姿
玉兎
孫悟空

e agli uomini disse che, come la luna, erano destinati a scomparire piano piano, fino a morire. Contrariata per la deformazione del suo messaggio, la luna prese un pezzo di legno e ferì la lepre al labbro. Da allora le lepri hanno il labbro superiore spaccato in due.

Anche il sole appare abitato, ma molto più raramente. Nel Togo, i dagomba sostengono che vi è un'arena, chiaramente visibile quando l'astro è circondato da un alone, in cui vive l'ariete di Dio. Quando l'animale percuote il sole con gli zoccoli, esplodono i tuoni, e quando muove la coda, brillano i lampi. Se piove, è perché cadono fiocchi di lana dal suo vello; quando corre, sulla terra soffia il vento.

## La luna scandisce il tempo dell'uomo

Sebbene sia ritenuta in molti casi un sole decaduto e nonostante abbia in realtà minore incidenza sui fenomeni terrestri, la tradizione attribuisce alla luna influssi e poteri ben più vasti rispetto a quelli del sole. Le viene addirittura attribuita la capacità di rendere incinte le imprudenti che, la sera, urinano girate verso di lei!

I suoi grandi poteri le derivano in primo luogo dal fatto di essere signora del tempo. Lo è solo in un senso, dato che scandisce il ritmo dei mesi, mentre il sole presiede al succedersi dei giorni e degli anni. Ma il sole, presente ogni mattina, sempre identico a se stesso, sembra un astro immutabile. Il suo non è un tempo vivo, non è il tempo che passa, il tempo che logora gli esseri umani come sembra logorare la luna.

Quanto all'anno e alle quattro stagioni, è necessario osservare e riflettere molto per scoprirne l'esistenza: cosa abbastanza facile per chi vive in climi temperati, dove le stagioni sono ben distinte, e per coloro che spiegano le cose con i "poiché"; molto meno facile, invece, ai tempi in cui, quando si elaboravano racconti, leggende e miti, gli uomini pensavano in termini di paragoni, di "così come".

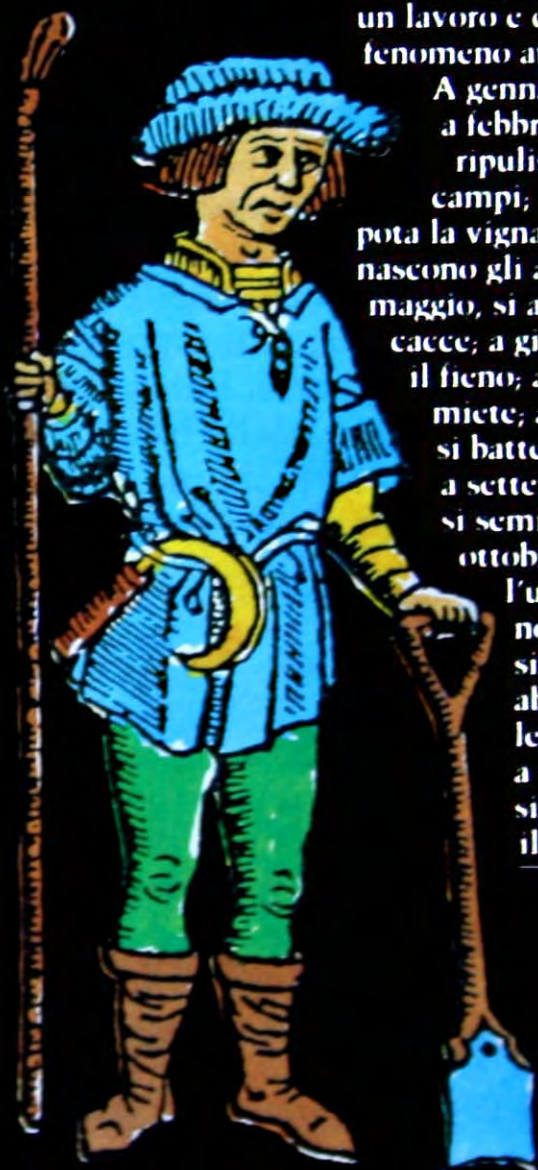
La luna che cresce, decresce e scompare tre giorni per poi ricomparire, fragile e sottile, è invece il simbolo del tempo concreto, vivo, che passa e

La coincidenza tra mese lunare e ciclo femminile ha dato origine alla credenza secondo cui la luna è il primo sposo delle donne, facendone così degli esseri fondamentalmente lunari.

parla ai sensi: un tempo che è possibile afferrare immediatamente, intuitivamente. È la signora del tempo, del divenire e del destino. Una tradizione babilonese sostiene che la creazione dell'uomo è avvenuta durante la luna nuova. La coincidenza tra nascita e luna nuova è garanzia che la creatura continuerà a crescere.

Purtroppo, però, l'uomo non rinasce continuamente. Un racconto africano lo dimostra con chiarezza. Una notte, un vegliardo vede un

In questa illustrazione del Settecento la donna appare chiaramente un essere "lunatico"!

Sin dai tempi di Carlo Magno, in Francia l'anno veniva fatto iniziare a Natale. Un giorno doppiamente importante: dal punto di vista religioso, celebrava la nascita di Gesù; da quello astronomico, data la sua vicinanza al solstizio d'inverno, segnava ufficialmente l'inizio dell'anno nuovo. Questo calendario del XV secolo rappresenta i mesi in una successione simile a quella d'oggi, con qualche giorno di differenza. Ogni mese è simboleggiato da un lavoro e da un fenomeno atmosferico. A gennaio, nevica; a febbraio, si ripuliscono i campi; a marzo, si pota la vigna; ad aprile, nascono gli agnelli; a maggio, si aprono le cacce; a giugno, si fa il fieno; a luglio, si miete; ad agosto, si batte il grano; a settembre, si semina; a ottobre, si pigia l'uva; a novembre, si abbacchiano le ghiande; a dicembre, si uccide il maiale.

cadavere rischiarato dalla luce della luna. Riunisce allora un gran numero di animali e dice loro: "Chi di voi vuole trasportare il morto e la luna sull'altra riva del fiume?" Si presentano due tartarughe: la prima, che ha zampe lunghe, prende la luna e arriva sana e salva sull'altra riva; la seconda, che ha zampe corte, muore annegata trasportando il cadavere. La luna, infatti, risorge sempre, mentre l'uomo, una volta morto, non rivive mai più.

## Acque celesti, acque terrestri

La luna regna sulle acque del cielo: ancora oggi molti credono che con la luna nuova cominci o smetta di piovere. Ma quando la luna compare, compare su tutta la terra, ed è difficile credere che le piogge comincino o cessino contemporaneamente in tutto il pianeta.

La luna regna anche sulle acque terrestri: gli uomini hanno notato molto presto che il mare si alza e si abbassa seguendo il ritmo lunare, e una volta tanto la scienza non ha potuto smentire questa osservazione anche se basata sull'analogia. Le maree sono dovute alle forze di attrazione combinate della luna e del sole, però quest'ultimo vi contribuisce solo per un terzo.

Così, la luna è anche nelle acque. Lo dicono mille leggende. Spesso il lupo ne è vittima, ed è la volpe a ingannarlo. Lui sta per sbranarla, lei gli mostra il riflesso della luna nell'acqua e lo convince che si tratta di una fanciulla intenta a farsi il bagno: quello si getta in acqua e annega.

## La luna e le acque nella mitologia indiana

Ad assicurare il legame tra Candra, il dio lunare, e le acque, è la bevanda sacra *soma*, un liquido lattiginoso e fermentato estratto da una pianta che cresce sulle montagne di cui, secondo gli inni dei *Veda*, forma la capigliatura. Una volta spremuto, il succo viene purificato passandolo attraverso un setaccio di lana di pecora e facendolo colare in vasi di legno in cui si mescola con acqua e latte. Liquore dolceamaro, il *soma* inebria e scioglie la lingua ai poeti, è dotato di tutte le virtù e di tutti i poteri, e diviene il nettare degli dei. Ben presto, tali virtù

La battitura dell'oceano e la conquista da parte degli dei del *soma*, il liquore che dona l'immortalità, sono tra i motivi più popolari della mitologia indù. Visnu, incarnato in una tartaruga, è il perno sul quale gira il monte Mandara. I demoni tengono un'estremità del serpente Vasuki con il quale trascinano la montagna; l'altra estremità è tirata dagli dei. Con la corazza, tonda in alto, simile alla volta celeste, e piatta sotto, come sembra essere la terra, la tartaruga è un simbolo cosmico. Inoltre, la sua forma, la sua forza lenta e caparbia, la potenza delle sue zampe corte la rendono assai credibile come "portatore" del mondo. Dopo la battitura dell'oceano, Indra distribuisce il *soma* (sotto, a sinistra).

e tali poteri verranno personificati in una divinità, chiamata appunto Soma, e dotata di rango altissimo. Il rito dell'estrazione del *soma* assume allora un carattere cosmico: il filtro utilizzato simboleggia il cielo, il succo la pioggia; Soma diviene il signore delle acque. Un giorno assorbe Candra, la luna,

apparsa in un momento in cui si agitava l'oceano di latte per estrarne il *soma*. Candra diventa così un altro nome del signore delle acque, che tutte le sere sorge nuovamente dall'oceano.

## La luna, signora del destino, giardiniere del cielo

Se la luna, signora del tempo, regna sul divenire del mondo e quindi sulle acque da cui nasce la vita, è necessariamente anche la regina della vegetazione. È il suo calore che fa crescere le piante, si dice in uno degli *Yasht*, complesso di inni sacri dello zoroastrismo persiano.

Per alcune tribù brasiliane, la luna è la madre dell'erba. Nell'antica Cina, si credeva che sulla luna crescesse l'erba. Ancora oggi, in numerose regioni, i contadini seminano con la luna nuova per garantire alle sementi una crescita armonica con la crescita lunare; all'opposto, preferiscono tagliare gli alberi e raccogliere le verdure quando la luna è calante, in quanto temono di contrariare il ritmo cosmico troncando un organismo vivo durante la luna crescente.

È noto il timore degli orticoltori nei confronti della "luna rossa", cioè quella che inizia in aprile e finisce in maggio. In quel periodo, i germogli sono molto delicati, e può ancora presentarsi una gelata notturna. Se il cielo è terso, la terra, durante la notte, si raffredda in fretta, provocando un abbassamento della temperatura fino alla gelata. Al contrario, se il cielo è coperto, la luna rimane nascosta e la coltre delle nubi impedisce al suolo di raffreddarsi eccessivamente, con effetti positivi per la vegetazione. Non sono né la luna né la sua luce, quindi, a bruciare i germogli, ma il chiarore lunare indica un cielo particolarmente terso e freddo. Ciò che la credenza popolare presenta come un rapporto di causa ed effetto è spiegato dalla scienza come la doppia conseguenza di una stessa causa.

Tutte queste corrispondenze tra la luna e il tempo che passa e logora le cose fino alla morte, tra la luna, la pioggia e la vegetazione, si ritrovano tra i pigmei. Presso quella popolazione africana la festa della luna nuova si tiene proprio

Nimba è la dea della fecondità presso i baga, popolo della Guinea del Nord. Protettrice delle donne incinte e guaritrice della sterilità, il suo seno generoso ricorda le numerose gravidanze che ha avuto. Il viso somiglia al muso del calao, uccello tradizionalmente associato alla fertilità. La dea viene esibita durante le cerimonie di festeggiamento della raccolta del riso, trasportata da un gruppo di giovani robusti, celati sotto un costume di paglia. Acquisito nel 1933, questo idolo è uno dei pezzi più belli del museo dell'Uomo di Parigi.

prima della stagione delle piogge ed è riservata esclusivamente alle donne, mentre a quella del sole partecipano solo gli uomini. Per rendere omaggio alla luna, "madre della vegetazione" ma anche "madre e rifugio dei fantasmi", le donne si spalmano di succhi vegetali e di argilla fino a diventare bianche come gli spettri e la luce lunare. Dopo di che, danzano fino allo sfinimento, dissetandosi con una bevanda alcolica prodotta dalla fermentazione delle banane, e supplicano la "madre dei viventi" di allontanare gli spiriti dei morti nonché di concedere alla tribù molti figli, pesce, selvaggina e frutta in abbondanza.

## Il sole è re, il re è sole

Di media dimensione e temperatura, in qualità di stella il sole non ha nulla di eccezionale. Per noi, però, ha una caratteristica unica: quella di trovarsi molto vicino al nostro pianeta, cioè di essere la "nostra" stella. Da oltre cinque miliardi di anni inonda la terra con la sua luce, che è fonte di ogni forma di vita e di energia. È stato venerato quasi dappertutto, trasformato in divinità, e tuttavia i culti solari sono molto più rari di quanto non si pensi. All'inizio di questo secolo, il grande

Nella Francia del XVII secolo sono frequentissime le rappresentazioni solari del re e quelle regali del sole. Qui, Luigi XIV, il Re Sole, è effigiato nelle vesti di Apollo.

Johann Jakob Scheuchzer, naturalista svizzero dei primi del Settecento, acquistò fama, tra l'altro, per certe sue teorie sui fossili in rapporto al diluvio universale. In una sua versione della Bibbia, raffronta il testo sacro con i testi religiosi di altre civiltà. Questa incisione, tratta appunto dal suo *Biblia Sacra*, rispecchia l'idea che si era fatto dei riti scintoisti in onore di Ama-terasu, o dea del sole. Nel Giappone antico, secondo lo scintoismo, le forze e i fenomeni naturali erano venerati come *Kami*, specie di divinità antropomorficamente concepite. Per quanto riguarda il *Kami*-Sole in particolare, si celebrava il momento in cui l'astro appariva più basso in cielo, cioè il solstizio d'inverno. La cerimonia, celebrata da donne-sciamano, mirava a dare nuovo impulso alla forza vitale del sole in declino.

antropologo scozzese James George Frazer (1854-1941) notò l'"incoerenza" delle caratteristiche attribuite al sole nelle mitologie dell'Africa, dell'Oceania e dell'Australia. Altrettanto vale per i culti delle due Americhe, con due sole eccezioni: gli incas peruviani e gli aztechi del Messico, cioè gli unici due popoli amerindi del passato che abbiano sviluppato vere e proprie forme di organizzazione politica. Ed è, questo, il nesso che si può osservare in diverse altre civiltà del passato: il culto del sole, infatti, ha goduto di preminente

favore solo nelle grandi civiltà dell'Egitto, dell'antica Europa e dell'Asia. Sono casi in cui risulta evidente una delle forti funzioni sociali dei miti: la giustificazione delle strutture politiche. Il re o l'imperatore, figlio del sole, regna sull'ordine sociale così come il sole regna sull'ordine cosmico.

## Nell'antico Egitto il sole ascende al trono supremo degli dei

Insieme agli aztechi, sono gli egizi ad aver creato il culto solare più completo e fastoso. Il dio della creazione Atòn, identificato poi con il dio-sole Ra, ben presto assorbe in sé le altre divinità. La prima fusione avviene verso il 3000 a.C.: il faraone Menes, adoratore di Horo – il dio-falco che ha per occhi il sole e la luna – crea la prima dinastia e fonda Thinis, la capitale dell'Egitto unificato, vicino ad Abido, la città sacra al dio della fecondità Osiride. Più tardi, Menes fa edificare la città imperiale di Menfi, non lontano da Eliopoli (vicino all'attuale Cairo) grande centro del culto solare. La mitologia finisce così con il riunire Horo, Osiride e Ra, e il concetto del dio-sole si identifica a tal punto con quello del dio-stato, che tutte le divinità locali finiscono con l'assumere forma solare, attribuendo a loro volta al dio-sole le loro qualità peculiari. A

Questa maschera d'oro inca rappresenta il sole. Appartenenti al ceppo quechua, gli incas formavano un clan privilegiato, fondatore di un potente impero fortemente centralizzato. A capo dell'impero, il sovrano, l'Inca, era venerato come figlio del sole.

In questa sezione di papiro egizio è raffigurata Ent-Taui, una sacerdotessa del dio supremo Ra-Amon. Ormai defunta, è preceduta da Thot, dio-babbuino preposto a rivelare ai morti le formule magiche per accedere agli inferi. Entrambi sono in adorazione del disco solare, che racchiude l'occhio di Ra.

poco a poco, poi, i sacerdoti di Eliopoli combineranno le forze così acquisite dal dio in un tutt'uno.

**Assurto al vertice del pantheon, il dio sole regna sotto diverse sembianze e con nomi diversi**

Diventato la divinità egizia più importante, il sole acquista tutta una gamma di nomi. Come disco solare, si chiama Atòn. Ma nel momento in cui sorge, diviene Khepri, e assume

A bordo della sua barca solare, il dio Horo, accompagnato dal benu, uccello divino nato dal fuoco, incarna il sole che appare nel momento della creazione.

allora la forma di uno scarabeo gigante che spinge davanti a sé il disco solare, esattamente come fanno i veri scarabei con le palline di sterco, in realtà riserve di cibo per i giorni di penuria, ma che gli egizi ritenevano invece trattarsi delle loro uova, destinate al perpetuarsi della vita.

Quando è allo zenit, cioè a mezzogiorno, il sole diventa il dio Ra – rappresentato come un disco alato, talvolta anche come un falco o come un uomo dalla testa di falco – e nume di Eliopoli. Alla sera, infine, prende sembianze umane, e si chiama Atum, o Tem, o Tum, ed è un dio anziano. Viene chiamato anche Horo e, quando assomma in sé i poteri di quest'ultimo e di Ra, si chiama Ra-Harakhte. Si trasforma allora in un disco alato che al sorgere di ogni giorno sale all'orizzonte con nuovo splendore. Tra le varie credenze, v'è anche quella secondo cui ogni mattina Hathor, moglie del cielo, o vacca celeste, partorisce il vitello d'oro, e che ogni sera apre la bocca per inghiottirlo. Altre leggende, invece, parlano del dio della terra Geb, talvolta raffigurato come un'oca soprannominata il "Grande Schiamazzatore", la cui femmina depone ogni mattina un uovo contenente il sole.

Il toro Apis è un'incarnazione del dio del Nilo, ma anche del figlio di Osiride. Associato al culto solare (si diceva che fosse stato generato da un raggio di luce che aveva colpito una vacca) regge tra le corna il disco solare.

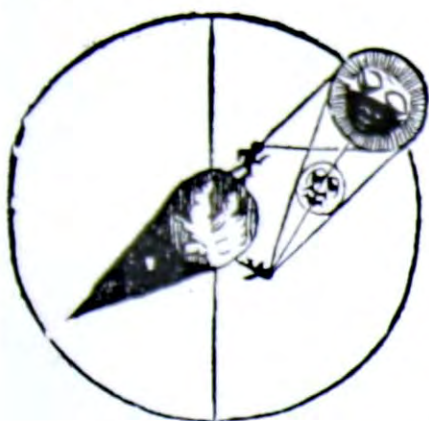
Ma l'immagine più frequente della corsa del sole nel cielo è quella della barca. Per navigare in cielo, Ra ha a disposizione due imbarcazioni: quella diurna, denominata la "barca dei milioni di anni", e quella notturna, detta la "barca di Mesektet", il vascello delle tenebre e dei morti.

# IV. IL DISORDINE COSMICO

È un'usanza universale. La si trova nelle grandi civiltà dell'India e della Cina, presso le tribù africane, lungo tutto il continente americano dal Canada al Perù e a Babilonia, dove i lamenti delle donne sono accompagnati da concerti di casseruole: dappertutto, le eclissi di Luna e di Sole sono occasione di grandi baccani.

Le tavole astronomiche dell' India antica raffigurano, oltre alle posizioni del Sole, della Luna e dei pianeti, i punti di incrocio dell'orbita terrestre con l'orbita lunare: punti denominati rispettivamente *Rahu* e *Ketu*. In questa scultura, il demone Rahu, regolatore delle eclissi, regge nelle mani la luna crescente e la luna calante.

L'usanza di produrre un fracasso continuo durante le eclissi è testimoniata già da Plinio. Nel lodare gli astronomi che avevano liberato l'umanità dal terrore delle eclissi, lo scienziato latino ricorda che per alcuni il fenomeno significava la morte dell'astro, mentre per altri l'astro era vittima di un maleficio, da cui sarebbe stato liberato mediante una chiassata. Anche in Europa, dall'Italia alla Scandinavia, questa usanza si è perpetuata fino a tempi recenti. Un mostro o un animale (leone, drago, lupo o serpente che sia) aggredisce l'astro e comincia a divorarlo. Lo scopo del baccano è chiaro: spaventare il mostro per costringerlo a mollare la presa.

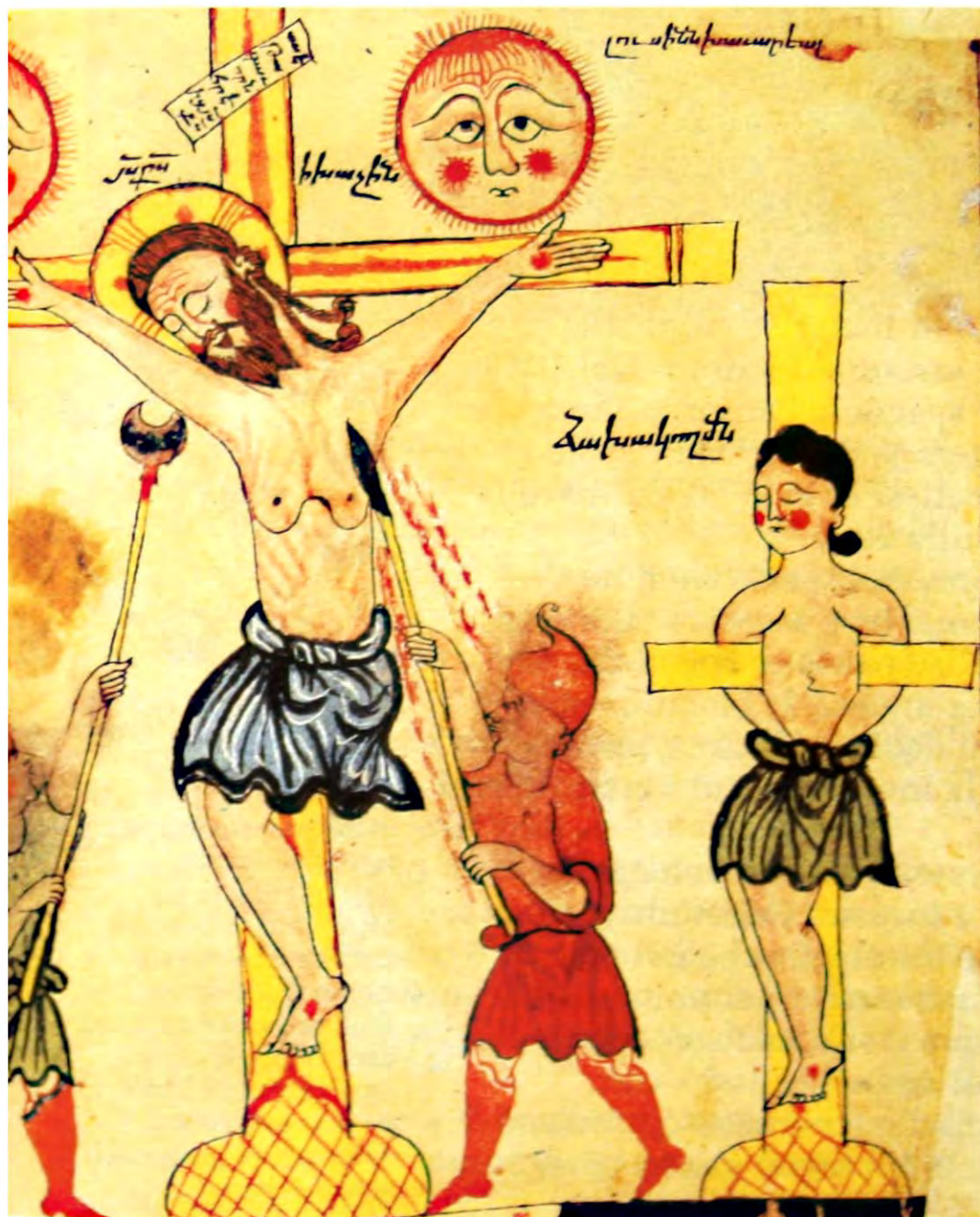
La morte di Cristo è accompagnata da straordinari eventi celesti. In questa miniatura armena del XIII secolo, c'è uno sdoppiamento del sole. Secondo il *Vangelo*, invece, vi fu un'eclissi solare di durata eccezionale: "Dall'ora sesta fino all'ora nona scese una tenebra su tutta la terra".

## L'eclissi: quando l'ordine cosmico e l'ordine sociale vengono infranti

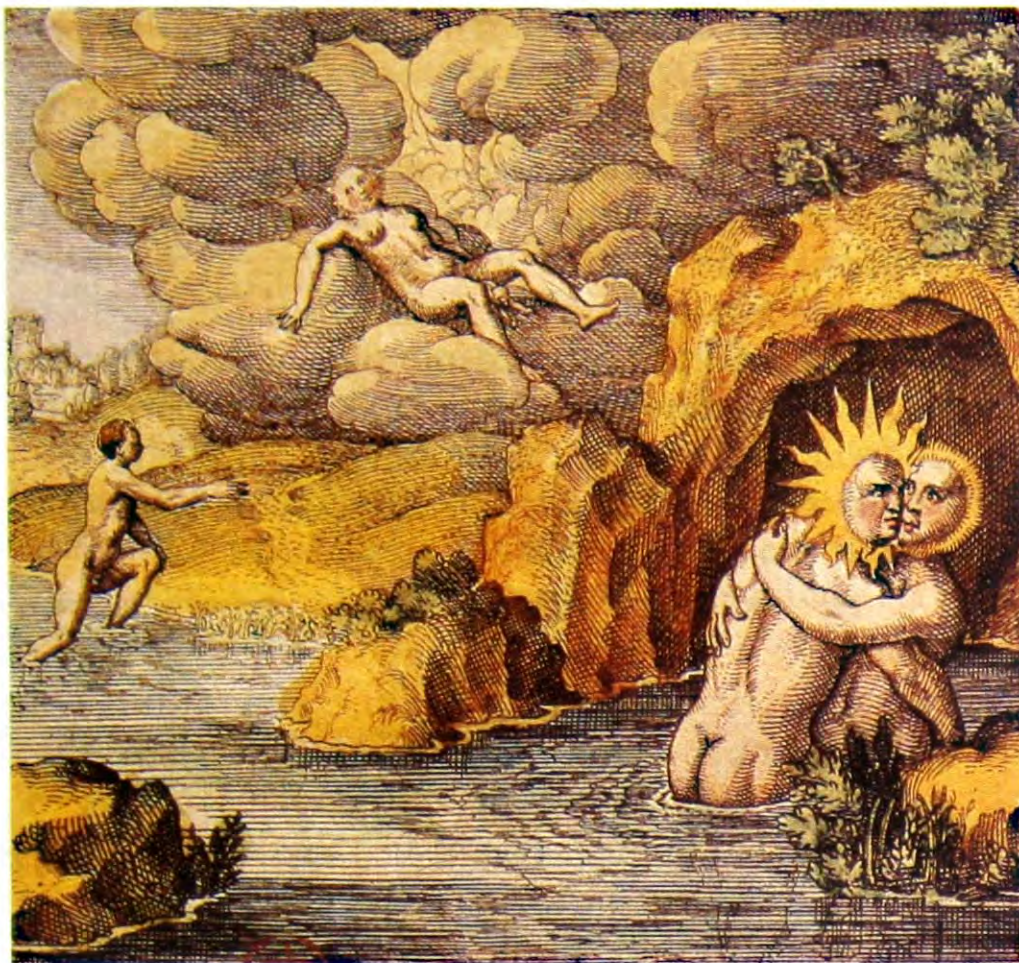
Nell' *Encyclopédie*, Diderot e d'Alembert segnalano che si organizzano schiamazzi anche davanti alla casa di due sposi novelli tra cui c'è grande differenza di età. Van Gennep, nel suo monumentale *Manuale del folclore francese*, nota che di solito sono i giovani del villaggio a incaricarsi di questa "vendetta", con schiamazzi più o meno organizzati chiamati *charivaris*, tanto più clamorosi quanto maggiore è la disparità tra gli sposi o cattiva la loro reputazione.

Alcuni studiosi di folclore hanno sostenuto che gli *charivaris* avevano lo scopo di allontanare gli influssi nefasti dai matrimoni. La loro tesi si basa sull'analogia con gli schiamazzi provocati durante le eclissi, viste come l'unione tra un mostro e un essere celeste. Il baccano e lo *charivari* metterebbero in fuga, rispettivamente, il mostro "cosmologico" e quello "sociologico".

Ma qual è l'obiettivo principale dello *charivari*? Forse la presa d'atto di un'unione impropria? Nel suo trattato *Mitologiche* il famoso antropologo francese

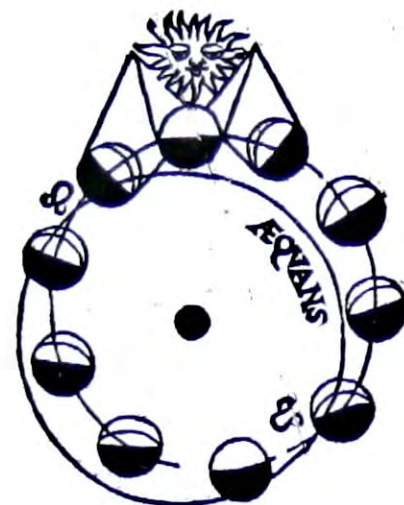
Claude Lévi-Strauss (1908) svolge un'analisi molto persuasiva di questa usanza, ipotizzando che, in realtà, si tratti della certificazione della rottura di un certo ordine. Quando si tratta delle eclissi, "la rottura investe un ordine che alterna, secondo una concatenazione regolare, il sole e la luna, il giorno e la notte, la luce e l'oscurità...". Nel caso del matrimonio, invece, lo scompiglio colpisce l'ordine sociale, con squilibri "negli ambiti dello stato civile, dell'età, del censo...".

Il fatto che le eclissi siano frequentemente considerate responsabili di epidemie, sembra confermare la tesi di Claude Lévi-Strauss.

Nell'eterno gioco a nascondino tra Sole, Luna e Terra, quest'ultima viene ogni tanto a trovarsi tra Sole e Luna. Il suo cono d'ombra si proietta sulla Luna e la oscura: ecco l'eclissi. Ma anche la Luna può interporsi tra Sole e Terra, e allora abbiamo l'eclissi di sole.

Secondo J.-P. de Mesmes, astronomo francese del Cinquecento, la terminologia scientifica era troppo difficile e bisognava volgarizzarla. Così, il termine "eclissi" non distingueva bene la scomparsa del Sole da quella della Luna. Quella della Luna, infatti, è assoluta: quando il satellite è in ombra, lo è in tutto il mondo. Quella del Sole, invece, è relativa, in quanto visibile in alcune parti della Terra e in altre no. Mesmes, quindi, propose di parlare di "impedimento del sole" e di "mancamento della luna".

I due "grandi luminari" rappresentati in questa incisione del 1618 esprimono bene l'antropomorfismo della cultura occidentale: un sole molto virile abbraccia una luna splendente di femminilità.

In Sudamerica, si dice che un'eclissi di sole o di luna sia presagio di malattie. Se il sole si offusca, è segno che arriverà il vaiolo. Nel 1918, quando l'influenza "spagnola" sterminò una moltitudine di indigeni sudamericani, se ne diede la colpa a un'eclissi di sole "la cui bava letale si era sparsa sulla terra".

Talvolta anche l'incesto, spesso ritenuto causa di molti malanni, viene associato alle eclissi. Il mito eschimese della creazione della luna e del sole lo dice chiaramente: la fanciulla-sole fugge dalle attenzioni del fratello-luna, che si è invaghito di lei. Lui la insegue... fino a estinguersi nell'eclissi di luna.

Potrebbe quindi esservi un'equivalenza simbolica tra eclissi e incesto. Quest'ultimo, che ricorre in tutte le mitologie, che è il tabù universale, che è il caso estremo di unione "squilibrata", è dunque il simbolo stesso del disordine sociale; così come l'eclissi – caso estremo delle fasi lunari o fenomeno quotidiano del tramonto del sole – è il segno più sconvolgente del caos cosmico.

Questa illustrazione delle fasi della Luna mostra i punti di incrocio delle orbite terrestri e lunari. Tali punti, che gli astronomi occidentali chiamavano testa e coda del drago, svolgono una funzione decisiva nelle eclissi. Quando Sole e Luna ne occupano uno contemporaneamente, si ha l'eclissi di Sole.

Se le eclissi e le apparizioni di comete occupano un posto privilegiato nell'immaginario popolare, le raffigurazioni che ne danno gli illustratori, quando sono alle prese con culture diverse dalla propria, sono pur sempre dominate dall'elemento fantasioso: ecco un esempio del Settecento, in cui un incisore europeo rappresenta la scena di un'eclisse in Perù e il pandemonio che l'accompagna.

## È tutta colpa delle comete!

Nella sua *Storia naturale*, Plinio sostiene che le comete sono astri seminatori di terrore. I popoli dell'Etiopia e dell'Egitto ne videro una, alla quale Tifone, un re di quei tempi, diede il proprio nome. Di aspetto igneo e avvolta a spirale, era talmente spaventosa, da sembrare più un groviglio di fuoco che non una stella.

La credenza nella natura funesta delle comete si ritrova ai quattro angoli della terra. Quando, prigioniero di Pizarro, l'inca Athaualpa apprese che era comparsa in cielo una grande cometa nera e verdastra, grande quasi come un uomo, più lunga di una lancia e molto simile a quella che suo padre aveva visto poco prima di morire, cadde nella più nera disperazione. Aveva ragione: fu strangolato il 9 agosto 1533.

E ancora, l'ascesa di Nerone fu segnata dall'apparizione di una cometa: non poteva esservi presagio più funesto per il suo regno.

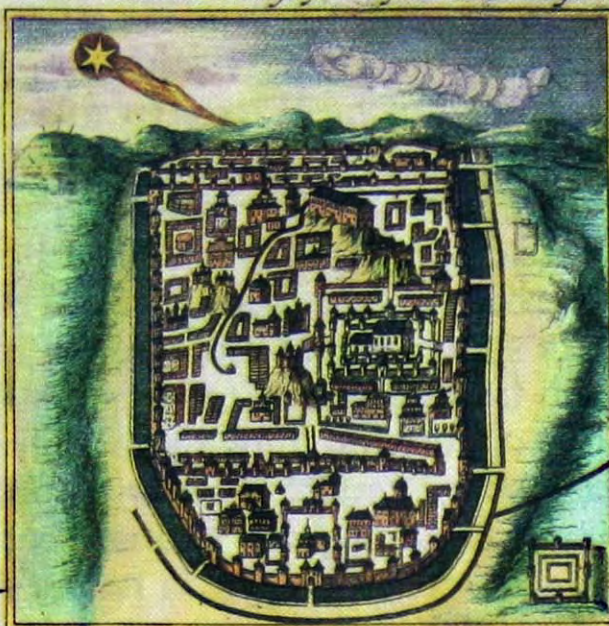
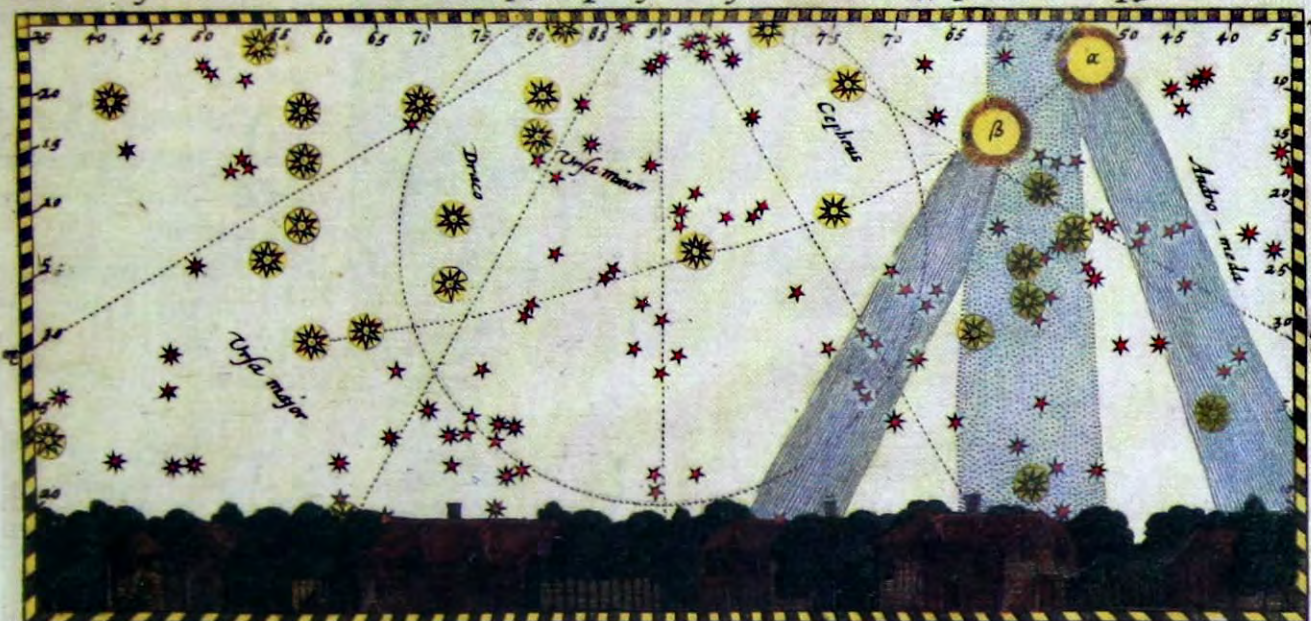
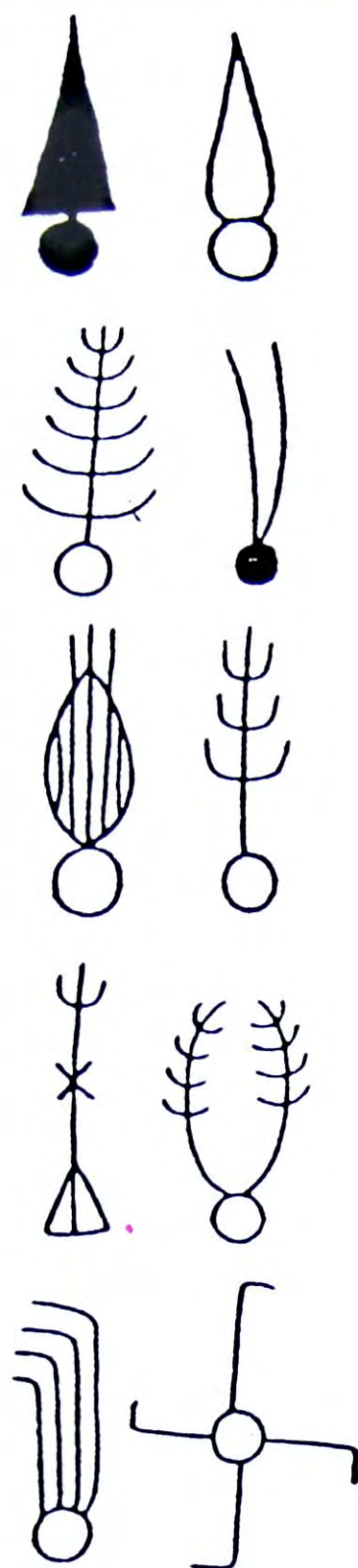
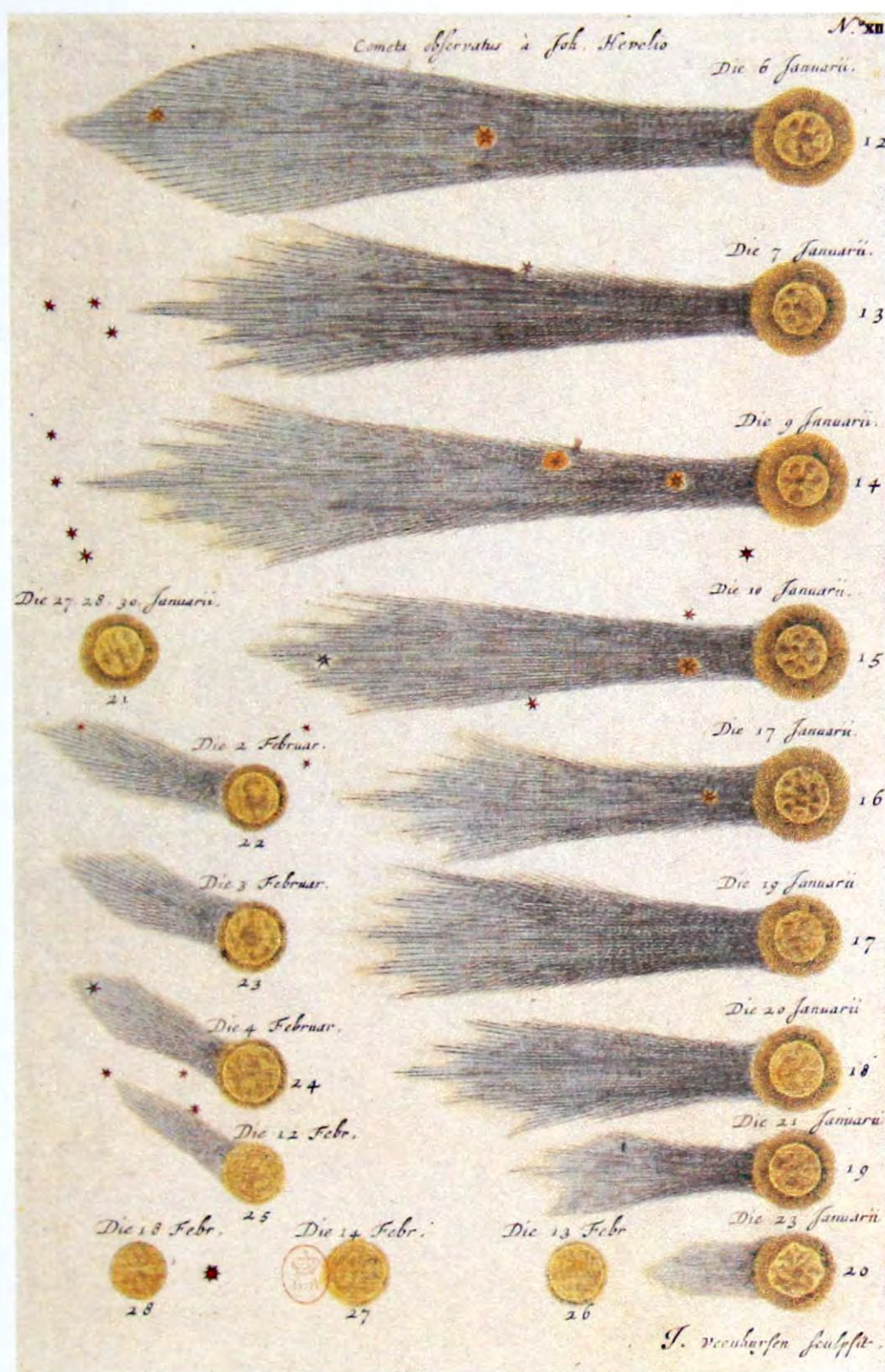
Solo l'imperatore Augusto le considerò di buon auspicio, tanto da dedicare un tempio di Roma a una di esse. Si trattava di una cometa apparsa durante i giochi che aveva organizzato poco dopo la morte di Cesare. Per Augusto, l'astro annunciava che l'anima del condottiero era stata accolta tra gli dei immortali, e così fece aggiungere una cometa al busto di Cesare consacrato poco dopo nel Foro.

Nel dicembre 1664 apparve una cometa all'interno della costellazione dell'Idra. Sulla schiena del mostro poggia la costellazione del Cratere.

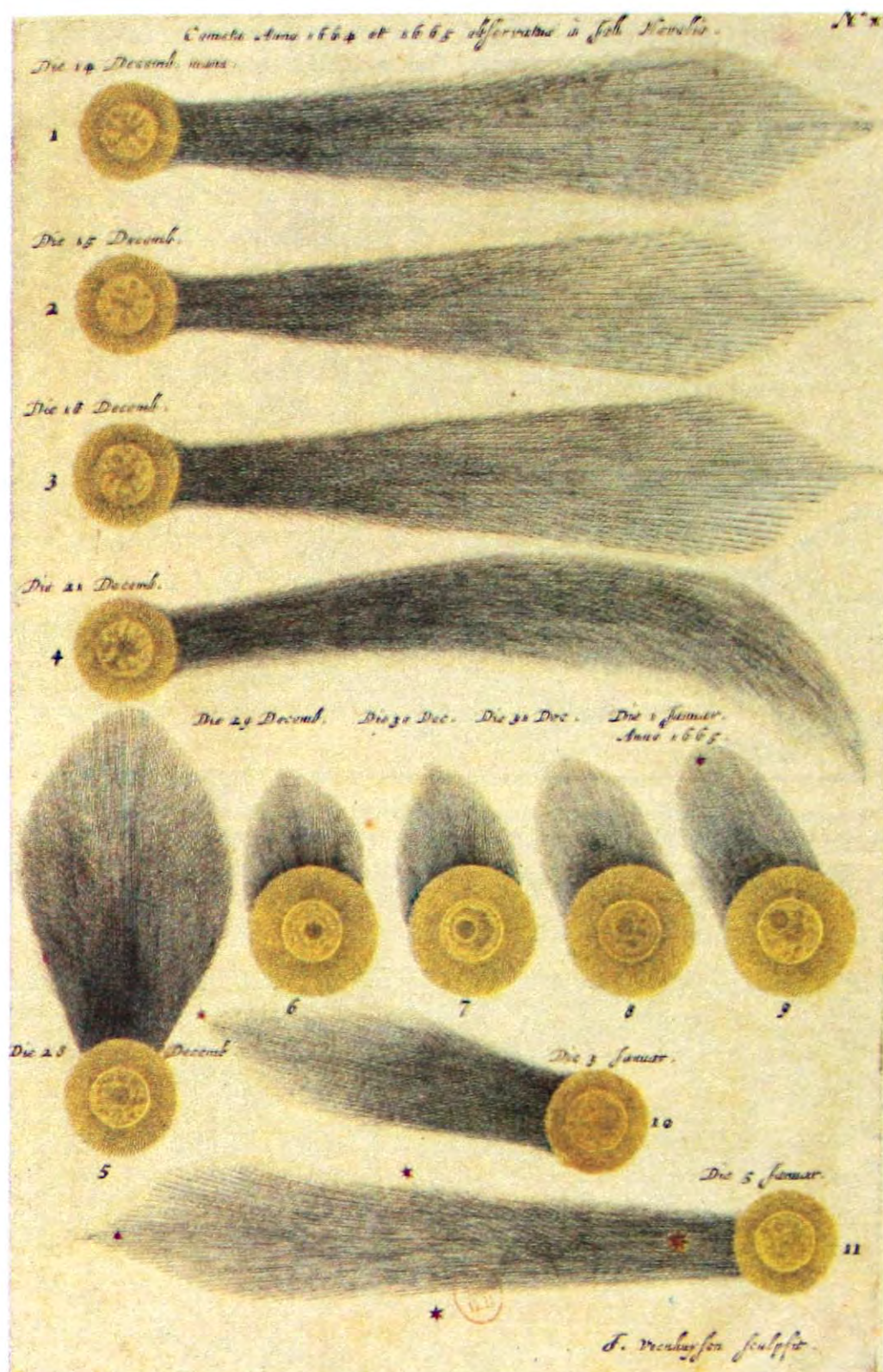
Plinio sostiene che l'imperatore, in privato, si rallegrava, convinto come era che la cometa fosse comparsa per lui e che il suo regno nascesse con essa. Un regno che fu, effettivamente, molto felice.

In generale, comunque, l'apparizione di questi grandi guastatori dell'ordine celeste è accompagnata da un'angoscia collettiva. Secondo una tradizione popolare, il passaggio di una cometa significa che il diavolo si accende la pipa e butta il fiammifero. Mettersi in allarme è dunque più che opportuno. Quando una cometa solca il cielo, bisogna tenere d'occhio il punto in cui compare, la zona verso la quale corre, la stella che la influenza, nonché la forma che imita: se somiglia a un flauto, è un presagio legato alla musica; se compare nella zona "vergognosa" di una costellazione, riguarda i costumi depravati; ma se forma un triangolo equilatero con delle stelle fisse, allora annuncia saggezza e sapienza.

Dalla metà del Cinquecento, si cominciò a raccogliere le antiche testimonianze scritte sulle comete in trattati denominati "cometografie". La prima fu probabilmente quella di Stumpf, pubblicata a Zurigo nel 1548, ma la più importante e suggestiva è certamente il *Theatrum Cometicum* di Stanislas Lubienietz, pubblicata ad Amsterdam nel 1667. Vi è radunata la storia di tutte le comete conosciute, dal tempo del diluvio fino al 1665.

LI STELLA MAGORUM Matth. 2.
Bethlehemum
Hierosolyma
LXVI. Cometa Hierosolymitang A.C. 68. 69. N°64
LXXXVII A.C. 367.
CXV. A.C. 457.
Scotia
Hibernia
Anglia
Batavia
Gallia
Facies et Cursus horribilis illius Cometæ CIα) A.C. 405. cui plane similis refertur. C.(β) A.C. 399. 400. ut non immerito possit idem haberi.
Draco
Ursa minor
Cepheus
Andromeda
Ursa major
CXXIII A.C. 540
CXXX
Capricorn
Sagittarius
M. C. Ysenius del.
Stopendael sculp.

## Un bel problema anche per gli scienziati

Per Aristotele, le comete non erano altro che meteore generate da un surriscaldamento dell'atmosfera terrestre e si muovevano fra la Terra e la Luna. Cartesio le considerava messaggeri di mondi lontani. Oggi, sono classificate tra i corpi appartenenti al sistema solare, con il pregio di provenire dalle sue zone più remote e di portarne testimonianza.

Le comete schematizzate qui sopra sono tratte dal primissimo atlante loro dedicato, il *Libro della seta*. Vi sono descritte ventinove comete, classificate secondo la loro apparizione e il tipo di catastrofe che annunciavano.

Come mostrano queste due pagine a colori, tratte dal *Theatrum Cometicum*, le forme delle comete sono tante. Anche il *Libro della seta* ne offre un ampio campionario. Si tratta, in realtà, di un nastro di seta lungo un metro e mezzo, rinvenuto recentemente a Ma Wang Tui, in Cina, in una tomba del II secolo a.C. È il più antico documento che si conosca sull'argomento, e pare risalga al IV secolo a.C. Oltre alle forme delle comete, contiene rappresentazioni di nubi e di fenomeni ottici dell'atmosfera.

Per il naturalista francese Georges-Louis Leclerc Buffon (1707-1788), si deve proprio a una cometa la nascita dei pianeti che gravitano intorno al Sole. Dopo aver rovistato tutti gli archivi geologici della terra, lo studioso arriva alla conclusione che, nel momento in cui si formarono, il globo terrestre e gli altri pianeti dovevano essere allo stato fluido: e poiché tale stato non poteva originare dall'acqua, necessariamente doveva

Warhafftige beschreibung / was auff einen jeden sollichen Cometen geschehen sey / die geschehen
sind von anfang der Welt her / biß auff disen jetzgeschehenen Cometen in dem 56. Jar / auch waß sich an etlichen orten darnach verloffen hat / vnnd in welchem Jar ein jeder geschehen ist worden.
Es ist leider darzů kommen / das niemands weder auff wunderzeichen / noch auff geschichten ettwas haltet / vnd jr niemands war nimpt als ob sy vngeferd oder vmbsunst also geschehen vnd gesehen werden. Nun finden wir in allen geschrifften das all-

Erinnerung vnd Warnung / von dem jetzt scheinenden Cometen
so in disem Monat Octobris / deß jetzt lauffenden 80. Jars / erstmals erschienen.
Mittag.
Auffgang.
Die erfarung gibts / das auff erscheinung der Cometen allzeit natürlicher oder vnnatürlicher weise etwas erfolget. Dann
dern daß wirs am häytern Himel sehen sollen / darmit wir nicht mit dem Gottlosen hauffen / das gespött darauß treyben / vnd dem Epicu

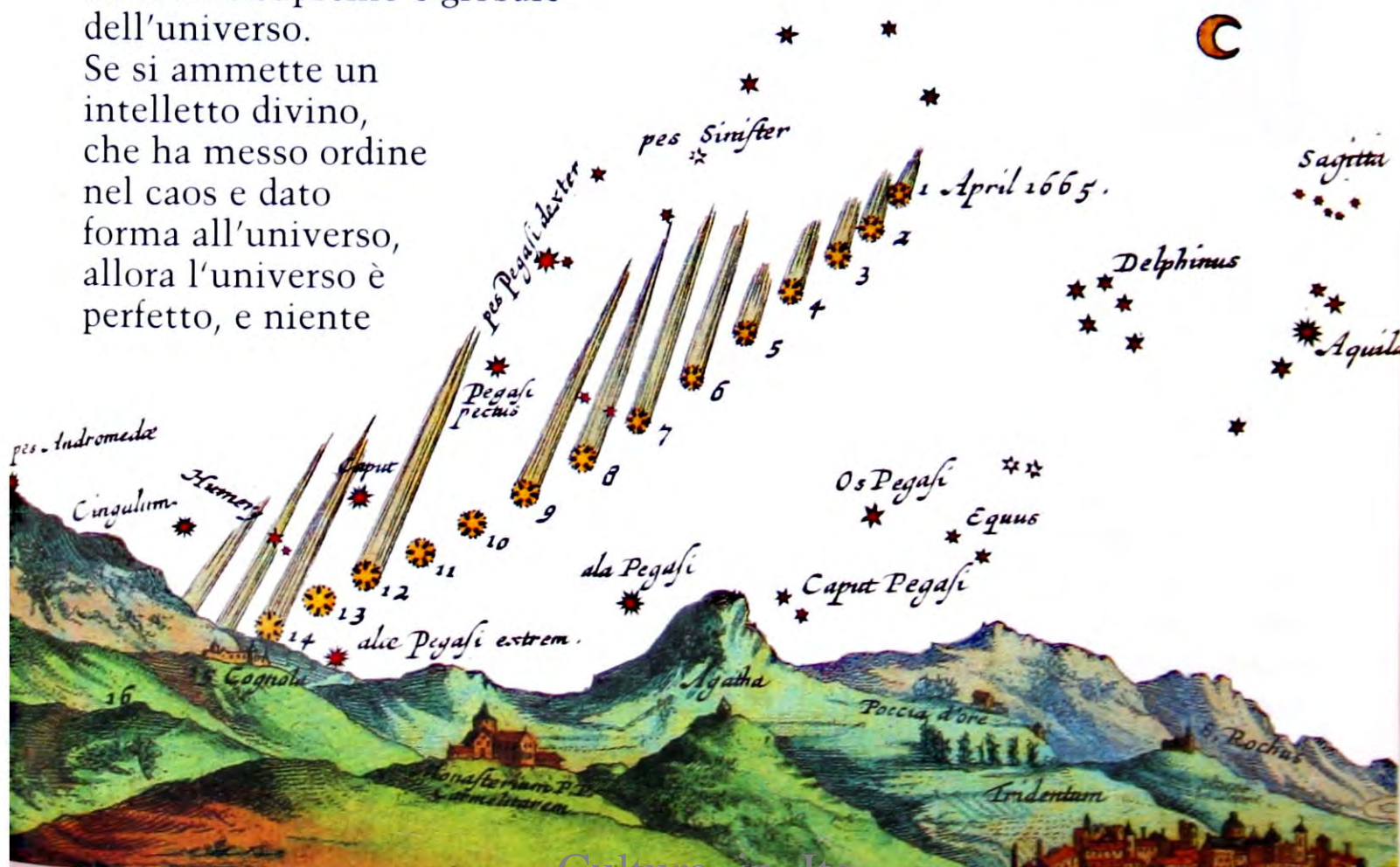
originare dal fuoco. D'altra parte, per liquefarsi, non poteva essere bastato che terra e pianeti fossero transitati, come certe comete, nelle vicinanze del Sole. Era necessario, dunque, ipotizzare che la materia dei pianeti un tempo avesse fatto parte del Sole stesso, per esserne poi, d'un colpo, staccata e lanciata nello spazio in seguito all'urto... di una cometa! Quale corpo naturale, infatti, avrebbe potuto imprimere un moto così violento a masse così enormi se non una di quelle comete che ogni tanto si accostano talmente al Sole da essere costrette, per così dire, a cadervi in diagonale, solcandone la superficie e scagliando davanti a sé la materia coinvolta dall'urto?

Con questa teoria, in sostanza Georges-Louis Leclerc Buffon si inserisce nella serie dei tanti che da tempo consideravano le comete come il nutrimento del sole.

Le incisioni popolari tedesche del Cinquecento nella pagina a fronte raffigurano il vivo interesse – o addirittura il terrore – ispirato dalle comete. In alto, il passaggio della cometa annuncia un disastro imminente: l'incendio della vicina città.

## Le comete rivelano un ordine superiore?

Per l'astronomo svizzero Johann Heinrich Lambert (1728-1777), le comete sono elementi di disordine solo in apparenza: in realtà, partecipano all'ordine supremo e globale dell'universo. Se si ammette un intelletto divino, che ha messo ordine nel caos e dato forma all'universo, allora l'universo è perfetto, e niente

Ancora dal *Theatrum Cometicum*, vediamo qui la rappresentazione della traiettoria celeste seguita nell'aprile 1665 dalla famosa cometa apparsa alla fine del 1664.

di quanto vi accade è fortuito: neppure le comete. In tutto vi è intelletto, tutto ha uno scopo, i mezzi sono subordinati ai fini, e i fini sono concatenati tra loro. Il mondo è architettato secondo principi di gerarchia, armonia e pienezza. Se l'universo ci sembra disordinato, è semplicemente perché abbiamo la vista corta e il nostro sapere è molto limitato.

Se avessimo una visuale più ampia, se sapessimo ben più di quel che sappiamo, vedremmo che ogni oggetto celeste è collocato esattamente al suo posto e che percorre una traiettoria dalla quale non può scostarsi, una traiettoria tanto precisa da sembrare tracciata

con la riga e il compasso.

Allora, dall'apparente disordine risulterebbero l'ordine e la simmetria. I corpi celesti sono esattamente tanti quanti ne può racchiudere lo spazio, il quale è interamente percorso dalle loro orbite. E ciò vale non solo per il sistema solare, ma per tutti i sistemi. Ogni stella governa un sistema altrettanto popolato quanto il nostro, e il numero dei sistemi è pari a quanti l'universo intero può contenerne. Quanto a noi, che mai possiamo vedere, imprigionati come siamo nel nostro minuscolo sistema solare? Possiamo vedere la nostra stella e meno di dieci pianeti che le ruotano attorno, per di più incasellati nella stretta fascia dello zodiaco. Una visione ben limitata! Fortunatamente, però, ci sono le comete, migliaia di comete, che con le loro orbite variabili animano lo spazio, e grazie alle quali si muovono tutti i corpi celesti di cui esso è capace, senza confusione o disordine. Grazie alle comete, l'universo obbedisce al principio di ordine e di totale armonia.

Nella notte del 12 agosto si può osservare la più celebre pioggia di stelle cadenti: le Perseidi, così chiamate in quanto pare che provengano dalla costellazione di Perseo. In realtà, è la Terra a dirigersi verso quella costellazione, e l'illusione della caduta si deve al moto relativo, accentuata dal fatto che la Terra si sposta nell'universo a una velocità molto superiore a quella dei resti della cometa che incrocia nel percorso.

Altre celebri stelle cadenti sono le Draconidi, che sembrano venire dal Drago (notte del 10 ottobre) e provengono da una cometa dissoltasi nel 1933, nonché le Orionidi (notte del 16 novembre), che pare siano resti della cometa di Halley.

## Silenziose e fuggevoli linee di fuoco attraversano l'immensità della notte

Oggi, le stelle cadenti godono di ottima fama. Quando, in una notte limpida, una stella sembra staccarsi dal firmamento e filare in silenzio fino a perdersi, si usa esprimere un desiderio.

Un tempo, però, si riteneva che le meteore fossero legate alle anime o che ne fossero l'immagine, e che la loro caduta presagisse la morte

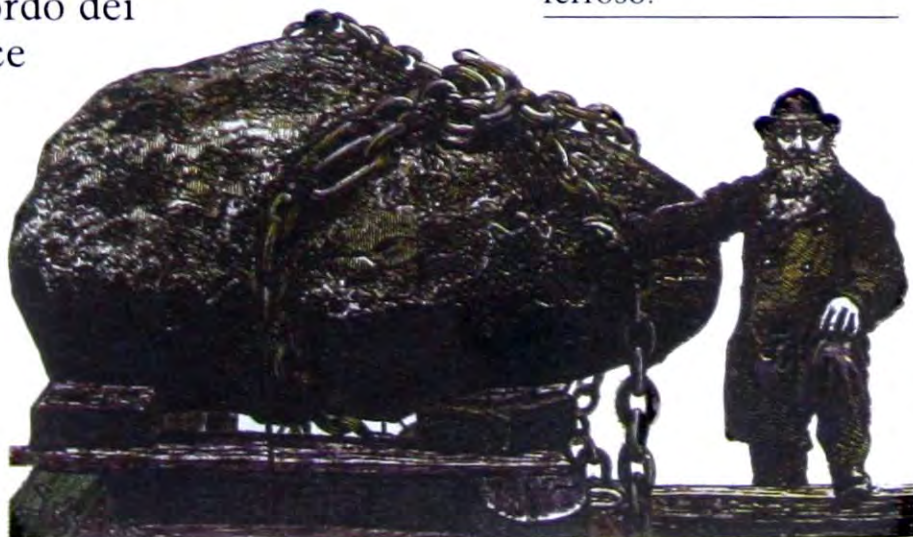
di qualcuno o un cambiamento di condizione di un defunto. "Quando la notte vedrete cadere una stella, sappiate che uno dei vostri amici è trapassato, perché ognuno ha la sua stella in cielo, e quando muore, la stella cade." È quello che una volta si leggeva in *Les Evangiles des quenouilles* (*I Vangeli delle conocchie*), uno dei più grandi successi della letteratura popolare francese. In molte zone, vedendo una stella cadente, si raccomandava di recitare un preghiera affinché le porte del cielo si spalancassero davanti al defunto, poiché si trattava di un'anima che volava in Paradiso, o che aveva scontato il suo periodo di penitenza.

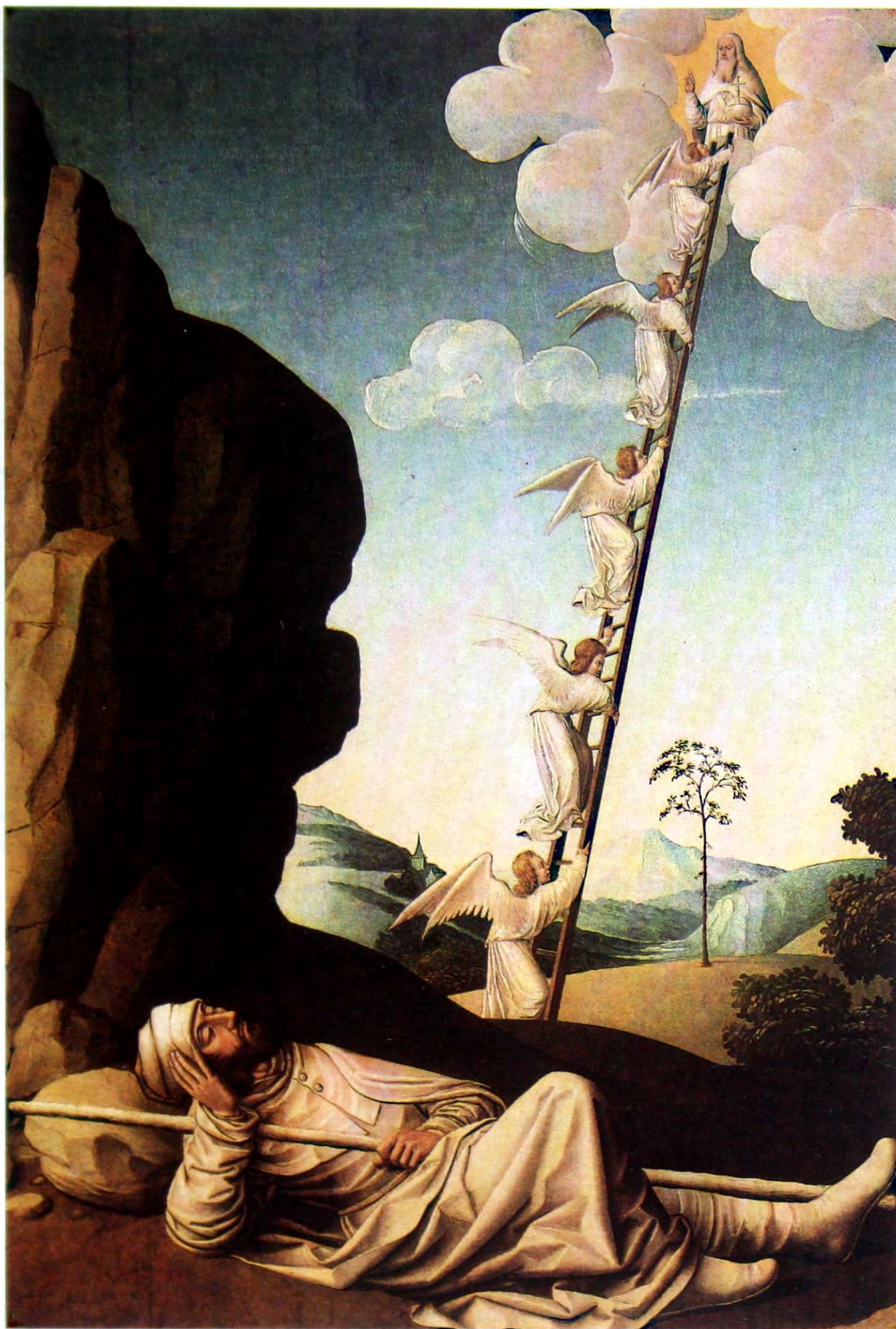
Gli indiani pilaga, un popolo seminomade dell'Argentina, hanno un concetto più prosaico delle stelle cadenti: sono gli escrementi degli astri. Altri, più salaci, vi intravedono uomini smaniosi di raggiungere luoghi celesti in cui si trovano, in loro attesa, delle donne.

L'apparizione di una stella cadente, così come quella di una cometa, è una manifestazione del disordine celeste, anche se si tratta di un fenomeno più effimero e meno spettacolare. Ma può anche accadere che abbiano un posto preciso nell'ordine celeste. In questo caso, cadono a pioggia verso la metà di agosto, come le Perseidi, che sono i resti della disintegrazione del nucleo della cometa di Tempel. Ogni stella dello sciame, popolarmente chiamato "le lacrime di san Lorenzo", è un'anima in pena che sollecita il ricordo dei vivi. Era in favore di quell'anima che si doveva esprimere il voto; ma oggi si avverte sempre più lontano il ricordo dei propri morti, e si preferisce esprimere desideri a nostro beneficio.

Nel 1870, un certo M. Nordenskiold scoprì in Svezia un enorme meteorite ferroso.

## Quando il cielo cade in terra

Luglio 1908. Improvvisamente, in Siberia centrale risuona un terribile boato: un gigantesco bolide di

quarantamila tonnellate devasta un'area di foresta del diametro di sessanta chilometri. Se le stelle cadenti sono i granelli di sabbia del sistema solare, allora il bolide siberiano è un macigno gigantesco. Fortunatamente, i meteoriti di quella grandezza sono rarissimi. Il più antico di cui si ha memoria storica è quello caduto in Tracia, ad Aigos-Potamos, nel 467 a.C. Aristotele vi accenna brevemente nella *Meteorologia* per collegare il fenomeno alle comete, e al fatto che, quando sono frequenti e numerose, preannunciano un'annata ventosa. Poco tempo prima della caduta della "pietra meteorica" di Aigos-Potamos, infatti, era apparsa a occidente una cometa. Secondo Aristotele, quindi, la pietra non originava dal

Quando un bolide proveniente dal cielo entra negli strati dell'atmosfera terrestre, il calore prodotto dall'attrito lo logora progressivamente e una scia infuocata attraversa il cielo. Solo le meteoriti più grosse resistono a tale attrito e arrivano a terra, mentre le piccole finiscono in cenere.

cielo, bensì tornava semplicemente sulla terra da dove, quel giorno, l'aveva strappata il vento. Il filosofo greco Anassagora di Clazomene, a cui si attribuisce la previsione della caduta di quel meteorite, pensava che gli astri fossero formati di pietre incandescenti, alcune delle quali talvolta si staccavano dal cielo. Per Anassagora, quel disordine celeste costituisce la rivelazione della vera natura del cielo: una natura minerale.

## Quando le pietre sono il legame tra cielo e terra

Tutte le steli erette, al pari dell'albero cosmico, della croce e della scala di Giacobbe, sono simboli caratterizzati dal fatto di essere radicati nella terra ma tesi verso il cielo. A questo slancio verso l'alto si contrappone la caduta dei meteoriti dal cielo sulla terra, così come ai *menhir* fanno da contraltare le "pietre del cielo".

Nel racconto biblico, mentre è in cammino da Bersabea verso Harran, a un certo punto, venuta sera, il patriarca Giacobbe fa sosta per dormire. Prende un masso, se lo mette sotto la testa come cuscino, e si addormenta. Nel sonno, gli appare una scala che poggia sulla terra e svetta fino al cielo. Risvegliatosi, di quella pietra considerata quasi un messaggero di Dio, il patriarca fa una stele sacra e la chiama Betèl. Ora, questo nome, che significa "casa di Dio", per i semiti diventa "bètilo", nome con cui designano certe pietre sacre.

Anche l'Islàm ha la sua "casa di Dio": la Kaaba. Della costruzione quadrata che, alla Mecca, custodisce la Pietra Nera, il famosissimo meteorite, nel *Corano* si parla così: "Dio ha istituito la Kaaba, casa sacra edificata per gli

"E Giacobbe sognò di vedere una scala che poggiava sulla terra, mentre la sua cima raggiungeva il cielo; ed ecco degli angeli di Dio che salivano e scendevano su di essa. Ed ecco che Iahvé gli stava davanti e disse: 'Io sono Iahvé, il Dio di Abramo, tuo padre, e il Dio di Isacco. La terra sulla quale tu sei coricato la darò a te e alla tua discendenza.'"

*Genesi*, capitolo 29, versetti 12-18

È curioso come il masso contro cui Giacobbe è adagiato (pagina a fronte) sia di foggia identica a una delle nuvole.

Ogni musulmano dovrebbe, almeno una volta nella vita, recarsi in pellegrinaggio alla Mecca, dove si trova la Kaaba (a fianco).

"E leva fra gli uomini voce d'invito al pellegrinaggio, sì che vengano a te a piedi, e su cammelli slanciati, che vengano a te da ogni valico fondo tra i monti, acciocché sian testimoni dei vantaggi che ne avranno, e in giorni determinati menzionino il nome di Dio sulle bestie de' greggi di che Iddio li ha provveduti. [...]"

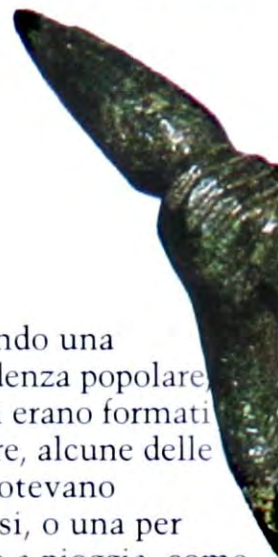
*Corano*, Sura XXII, versetti 27-28

uomini, il mese sacro, l'offerta, le ghirlande, affinché voi sappiate che colui che è nei cieli è sulla terra e che Dio è onnisciente". Ciò che rende sacra la Pietra Nera è la sua ambivalenza: come pietra è simbolo tellurico per eccellenza, ma, poiché ha origine celeste, è mandata da Dio. Attraverso lei Dio ci avverte che sa tutto della terra e del cielo. La Kaaba è il "centro del mondo": nel punto in cui, cadendo dal cielo, ha penetrato la terra, passa l'asse del mondo, e il "centro del cielo" è al suo zenit.

Secondo una credenza popolare, gli astri erano formati da pietre, alcune delle quali potevano staccarsi, o una per volta, o a pioggia, come illustra questa stampa popolare ottocentesca.

## "Pietra di pioggia", "pietra di fulmine" e "pietra di tuono": ma sono davvero cadute dal cielo?

In Vallonia si racconta che enormi sfere di pietra rotolano sopra il cielo provocando i temporali. L'urto frontale di due pietre produce il fulmine e le pietre volano in pezzi. Ecco perché dopo i temporali si trovano nei campi delle "pietre di fulmine". In realtà, il più delle volte è la forma di certi sassi – forma che richiama quella delle nuvole o dei lampi – a far pensare che siano stati portati dai

Nella scultura in bronzo del VI secolo a.C. (a fianco), Zeus scaglia il fulmine con il gesto del lanciatore di giavellotto.

fulmini durante i temporali. Così, per esempio, le punte di freccia erano scambiate per "pietre di fulmine". A Sumatra, dove un gatto nero presiede ai riti propiziatori della pioggia, si onora una pietra nera la cui forma evoca quella del gatto.

## Lampi e fulmini, ovvero la collera divina

Gli dei sono irritati: può accadere allora che in cielo brillino improvvisamente delle fiaccole, come quelle che attraversarono il cielo di Roma a mezzogiorno durante gli spettacoli dei gladiatori offerti da Cesare Germanico. Oppure può apparire una trave, come quella comparsa a Cnido nel 394 a.C., in occasione della sconfitta navale che costò agli spartani l'egemonia sulla Grecia. Il cielo può anche aprirsi, e dallo squarcio diffondersi sulla terra il più devastante degli incendi. Fu così nel 349 a.C., quando il re Filippo di Macedonia aggredì la Grecia. E così finirà il mondo, predice l'*Apocalisse*, secondo cui, però, saranno gli stessi astri a precipitare sulla terra attraverso la breccia dei cieli: "E vidi quando aprì il sesto sigillo: avvenne un grande terremoto, e il sole divenne nero come un cilicio e la luna diventò tutta come sangue; e le stelle del cielo caddero sopra la terra, come il fico getta i suoi frutti immaturi quando un gran vento lo scuote. E il cielo si ravvolse come libro che si arrotola, e tutti i monti e le isole furono smossi dal loro posto. E i re della terra e i grandi, e i capitani e i ricchi e i potenti, e tutti i servi e i liberi si nascosero nelle spelonche e tra le rupi dei monti; e dicono ai monti e alle

Un ciottolo levigato e forato diventava un amuleto per proteggersi dal fulmine. Questa "pietra di tuono" rinvenuta in Bretagna è probabilmente un sasso arrotondato dal mare.

rupi: cadete sopra di noi, e nascondeteci dalla faccia di Colui che siede sul trono e, dall'ira dell'Agnello, perché è venuto il gran giorno della loro ira; e chi vi può resistere?" (*Apocalisse*, capitolo 6, versetti 12-16). E, durante la prima battaglia della fine del mondo, ancora una volta il cielo si spalancherà, e gli eserciti degli angeli e il fuoco scenderanno per distruggere la terra.

Questa sarà la fine del nostro mondo. E non diversa è stata la fine del terzo mondo per gli antichi messicani, quello posto sotto la protezione di Tlaloc, dio della pioggia, ma anche dio del fuoco che cade dal cielo, fuoco distruttore annunciato da lampi e fulmini.

Tuttavia, la collera di Dio, o del diavolo, non sempre è così distruttiva. Può rappresentare un semplice richiamo all'ordine; vi sono uomini capaci di provocarla o di allontanarla. In tutta Europa, e soprattutto nell'Italia del Sud, un tempo preti e monaci si attribuivano tale potere, che

Gli ex-voto – i dipinti, le iscrizioni o gli oggetti che si appendono come ringraziamento per una grazia ricevuta – affollano i muri di molte chiese e cappelle. Nell'ex-voto riprodotto sopra, si ringrazia la Vergine per aver salvato dal fulmine la casa, il bestiame e il raccolto. Vi si riscontra anche la credenza, tipica della Normandia, secondo la quale chiunque guardi il cielo nel punto in cui ha brillato un lampo, vi scorge la figura della Madonna in Paradiso.

San Donato è uno dei più accreditati protettori contro il fulmine e la grandine. Nella *Leggenda dorata*, Jacques de Voragine racconta che il santo, accusato dai pagani di aver provocato una siccità lunga tre anni, si mise a pregare e fece immediatamente piovere. Un'altra leggenda collega i suoi poteri al trasporto delle sue reliquie e alla messa per la loro deposizione, che fu disturbata dal fulmine. L'officiante si salvò invocando il santo. Questa stampa di Epinal era accompagnata da una preghiera: "O Dio misericordioso ed eterno, che hai tutti gli elementi nelle tue mani potenti, e governi l'universo [...]. Noi ti preghiamo, trattieni e ostacola tutte le forze infernali e allontana da sopra le nostre teste gli spaventevoli raggi infuocati del temporale [...]"

hanno perduto solo di recente. Questi "maghi dei temporali" facevano credere ai contadini di essere in grado di cavalcare le nuvole e di guidarle sui campi per liberarvi la pioggia ristoratrice.

## Quando il cielo s'infiamma

Il cielo, dalla lontana volta celeste alle sfere a noi più vicine, è anche teatro di prodigi. Sono fenomeni rari, che annunciano eventi straordinari, e in alcuni casi sono legati tra loro.
Il più bel racconto del concatenarsi di prodigi lo

dobbiamo allo storico latino Tito Livio. Quando Annibale, il più grande condottiero cartaginese e insieme il più accanito avversario di Roma, si preparava a lasciare gli accampamenti invernali e a riprendere la guerra, regnava a Roma un'angoscia tale, da minacciare una vera e propria crisi politica. "Accresceva il timore di prodigi che si annunziarono contemporaneamente da molte parti: in Sicilia ad alcuni soldati si erano infiammate le punte dei dardi; [...] e il disco solare era stato visto rimpicciolito; e a Preneste eran cadute dal cielo pietre infuocate; e ad Arpi si eran vedute targhe nel cielo e s'era visto il sole combattere con la luna; e a Capena erano apparse in pieno giorno due lune; e a Cere erano sgorgate acque miste a sangue, e anche la fontana di Ercole aveva mandato fuori getti cosparsi di macchie sanguigne; [...] e a Capua erano apparsi fiammeggianti il cielo e la luna tramontante

Il *lubok* appartiene all'iconografia popolare russa. Si trattava di fogli venduti al mercato o di almanacchi dipinti da artisti autodidatti a uso del popolo. Questo *lubok* descrive uno straordinario temporale abbattutosi sulla città spagnola di Cartagena il 28 dicembre 1743, quindi in inverno, e con il cielo limpido.

fra la pioggia. E anche a prodigi minori si prestò fede: capre che ad alcuni divennero lanute, una gallina diventata gallo, un gallo diventato gallina." Tuttavia qualche pagina prima, a proposito di un altro accumularsi di prodigi, Tito Livio aveva

avvertito il lettore: "In quell'inverno a Roma e nei dintorni avvennero molti prodigi o, come suole avvenire quando gli animi han cominciato a turbarsi per religiosa superstizione, furono annunziati e ciecamente creduti". (*Storia di Roma*).

Quest'altro *lubok* rappresenta un'apparizione durata una notte intera nel cielo della città di Slank, nel 1736.

# V. CAPRICCI E MERAVIGLIE DEL CIELO

Quando torna dalla sua ascensione in cielo, il patriarca biblico Enoch confida ai figli le cose segrete che ha potuto intravedere o che ha appreso dalla stessa bocca di Dio. Accompagnato da un angelo fino al sesto cielo, vi ha misurato tutti i movimenti degli astri, contato le miriadi di stelle, enumerato i raggi del sole, elencato i suoi movimenti in concomitanza dei giorni e dei mesi.

Quando, nel 1562, Bruegel dipinge *La caduta degli angeli ribelli* (pagina a fronte), non mira solo a rappresentare il disordine celeste nel momento della creazione, ma anche a condannare la follia umana dei suoi tempi. Qui a fianco, Eolo in una miniatura senese.

Delle nuvole, Enoch ha esplorato tutto: le dimore, gli sbocchi, le ali e le piogge. Può descrivere il brontolio del tuono e il meraviglioso tracciato del fulmine. Ha visitato la casa delle nevi, i depositi dei ghiacciai e delle correnti fredde, e ha visto come i loro guardiani riempiano le nuvole senza mai svuotare i magazzini. Lui, che è entrato nella stanza dei venti, ora sa come i loro carcerieri, forniti di bilance, li misurino e li liberino sulla terra intera, pur evitando che una folata troppo violenta la sconvolga irrimediabilmente.

Enoch, insomma, ha avuto accesso non solo ai segreti del cielo immutabile, ma anche a quelli del cielo atmosferico, dove si formano nubi, vento e pioggia.

## Il cielo non inizia dove brillano le stelle, o dove fluttuano le nubi: sfiora la chioma degli alberi e accarezza l'erba

La parola cielo, dunque, non indica solo le altitudini in cui un etere immutabile sostiene il regolare movimento degli astri. Comprende anche tutte le regioni dell'atmosfera in cui si mescolano, in combinazioni infinite e infinitamente mutevoli, i soffi vitali provenienti dall'etere e le esalazioni della terra. Lassù, lo slancio delle sostanze terrestri tendenti verso il firmamento incontra l'opposizione degli astri e si infrange. Lassù, hanno origine molti fenomeni dannosi per la terra e per gli uomini, e la minaccia del disordine vi è sempre in agguato. Lassù, si scatenano i combattimenti della natura contro se stessa. E, lassù, l'uomo affronta direttamente le potenze celesti. Sopra le nostre teste, venti gelosi combattono tra loro e poi piombano sulla terra, tornandone carichi d'acqua, sabbia o pietre. Le nubi salgono e ricadono in forma di pioggia, neve o grandine, mentre altrove i raggi infuocati del sole prosciugano fiumi, laghi e paludi. Convinti che la terra fosse immobile, gli antichi credevano che fosse il cielo, con quella rotazione incessante che doveva trascinare con sé le sfere alte dell'atmosfera, ad accrescere incessantemente quella discordia.

Queste incisioni cinquecentesche illustrano le *Georgiche* di Virgilio, inno alla gloria dell'umanità sofferente, piegata sull'aratro od oppressa dai peggiori flagelli. Scritto in versi nel 28 d.C., il trattato si compone di quattro libri, dedicati rispettivamente al grano e alle stagioni del coltivatore, alla vigna e all'olivo, all'allevamento del bestiame e a quello delle api. Il primo libro, qui illustrato, tratta della coltivazione dei cereali. L'invocazione rituale alle divinità protettrici dell'agricoltura trabocca del fervore religioso, tipico degli umili agricoltori. È proprio a loro che Virgilio rivolge i suoi consigli, ricordando che, dall'alto, il cielo regola i moti degli astri e il loro influsso su semina, crescita e raccolto. Eterogeneo come un almanacco popolare, il libro si conclude con una bellissima "meteorologia pratica".

Omero nomina solo quattro venti corrispondenti ai punti cardinali. Una semplificazione inaccettabile per i filosofi dell'epoca successiva, che ne aggiungono altri otto. Plinio, però, giudica quel nuovo sistema troppo arzigogolato e frammentario. Convinto che i venti non siano da considerare come forze del disordine, ne salva otto, tutti ben noti, classificati e prevedibili. Da oriente soffiano il *levante*, nel periodo degli equinozi, e il *vulturno*, nel periodo del solstizio d'inverno. Da sud soffia l'*austro*. Da ponente soffiano l'*africo*, d'inverno, il *favonio*, agli equinozi, e il *coro* (lo *zefiro* greco), d'estate. Da nord soffiano due venti portatori di neve: il *settentrione* e l'*aquilone*. L'incisione qui accanto, facente parte di un'edizione cinquecentesca dell'*Eneide* di Virgilio, raffigura la forza dei venti.

## "Quaggiù" l'ordine è più fragile e più minacciato che non "lassù"

Gli uomini hanno sempre scrutato il cielo, quel cielo da cui dipendono la loro sopravvivenza e il loro benessere. Così, l'hanno popolato di un'infinità di dei. E questi, capaci di incollerirsi a causa degli errori umani, spesso, per punizione, turbano il corso regolare delle stagioni, minacciando l'umanità con terribili carestie. Quando Roma, intorno al 390 a.C., dopo un pauroso inverno di neve e di gelo, subì un'estate torrida e funesta, i *duumviri* preposti alle cerimonie sacre consultarono i libri sibillini e

consigliarono che, per calmare le ire di Apollo, Mercurio, Diana ed Ercole, si mettesse a loro disposizione, per otto giorni, un triclinio. Le porte delle case di tutte le città – riferisce Tito Livio nella sua *Storia romana* – rimasero spalancate. Ognuno esponeva all'aperto tutti i propri beni, lasciandoli a disposizione di tutti.

Certamente, è cosa buona placare gli dei quando i rigori del clima diventano insostenibili. Ma questa battaglia tra ordine e disordine è la dinamica stessa della vita. Che la battaglia cessi, e cesserà la vita stessa. E l'ultimo giorno del mondo, il Giorno del Giudizio Universale sarà "senza sole, né luna, né stella; senza nubi, né tuoni né lampi; senza vento, senza acqua, senzia aria; senza tenebra, senza sera né mattino; senza estate, senza primavera né calura; senza inverno, né gelo, né freddo; senza grandine, né pioggia, né rugiada; senza mezzodì, né notte, né aurora". Sarà un giorno di morte.

La divinità assira Pazuzu è la personificazione del vento rovente del sud, portatore di temporali e malattie.

## Eolo e il suo otre dei venti

Il vento, uno dei segni più consueti del disordine, ha ispirato molte belle leggende, soprattutto riguardo alla sua origine. In Bretagna, per esempio, si racconta che i venti nascono tutti dal mare, dove un tempo, però, soffiavano diversamente da oggi. Un giorno,

un capitano partito per esplorare il paese dei venti, li raccolse in sacchi ben chiusi e li portò con sé a bordo, ma nascondendone il contenuto all'equipaggio e vietando a chiunque di aprirli. Richiesta illusoria! Una notte, un marinaio non seppe resistere alla curiosità e aprì un sacco. Surouâs, il vento di sudovest, ne scappò fuori soffiando così forte, che la nave si sconquassò e dai sacchi squarciati irruppero i sette venti che, da allora, soffiano sul mare. È una leggenda che riecheggia quella di Eolo, il dio greco dei venti, che li chiuse in un otre e li regalò a Ulisse in segno di amicizia. Con la differenza di un particolare, però: anziché rinchiudere nell'otre tutti i venti, Eolo ne lasciò fuori quello che doveva riportare Ulisse a Itaca. I marinai di Ulisse, come quelli del capitano bretone, aprirono l'otre, scatenando una tempesta che rigettò la nave sulle coste di Eolia, patria del dio.

**I venti possono assumere personificazioni così reali da attirarsi suppliche da una parte e insulti dall'altra**

Spesso, ai venti si attribuivano forme, caratteri e difetti umani. Per esempio, si diceva che erano gelosi, pigri o capricciosi. Il folclorista Paul Sébillot (1843-1918), nel libro *Folclore di Francia*, racconta di essere stato testimone, nel 1880, di scene che mostravano la sopravvivenza di credenze animistiche.

"Poiché le navi provenienti da Terranova avevano riportato un ritardo considerevole dovuto al vento contrario, alcuni uomini sputavano nella direzione da cui soffiava, lanciandogli insulti, mostrandogli coltelli e minacciando di squartarlo. Sull'esempio dei marinai, i bambini facevano gli stessi gesti e ripetevano e le stesse contumelie."

La rosa dei venti (in alto), incollata di solito sul quadrante delle bussole, è caratterizzata da 32 settori (area dei venti) che designano i punti cardinali e collaterali.

Per gli antichi greci, Borea è il dio del vento del settentrione. Abita in Tracia, regione considerata allora il paese del freddo. Spesso, è rappresentato come un demone fortissimo, barbuto, con una capigliatura enorme, e coperto da una tunica corta. Appartiene alla stirpe dei titani, e quindi alle forze del disordine. Gli viene addebitato il rapimento di Orithia, figlia del re ateniese Eretteo. Aveva portato la fanciulla in Tracia e ne aveva avuto due figli. Infatti, Borea è anche il vento fecondante: unendosi alle cavalle di Erittonio, aveva generato dodici puledri, e poi ancora un gran numero di cavalli velocissimi dall'unione con una delle Arpie. A partire dal Seicento, nell'iconografia alchemica lo vediamo arricchirsi di un simbolo oscuro e sorprendente: nel suo ventre è raffigurato un neonato.

Le donne della Punta del Croisic, una penisoletta a est di Saint Nazaire, invece di insultarli, ritenevano più opportuno lusingarli: nei giorni di tempesta, le mogli dei marinai si recavano alla cappella Saint-Goustan a supplicare il cielo di riportare a casa i loro mariti sani e salvi. Quando avevano terminato di pregare, spazzavano il pavimento del santuario, raccoglievano la polvere e la gettavano per aria nella direzione in cui il vento avrebbe dovuto puntare per condurre in porto mariti e fidanzati.

## Nella loro forza, la potenza dei titani

Se spesso i venti sono assimilati a giganti, è sicuramente a causa della potenza del loro soffio, ma soprattutto perché gli uni e gli altri appartengono alle forze del caos. Lo scrittore greco Esiodo raccontava che i titani, figli del cielo e della terra, si erano rivoltati contro gli dei e che il mondo non avrebbe ripreso una fisionomia regolare finché i giganti non fossero stati sconfitti. Nella visione che Enoch riporta dal suo viaggio nei cieli, si stabilisce un parallelo tra le dimore della Saggezza e degli astri da un lato, e quelle della Violenza e dei venti dall'altro.

Nei miti dei popoli nordici, i giganti sono molto numerosi. A est della terra dei Demoni si stende la Foresta di Ferro, dove dimorano giganti dalle sembianze di lupi, e a nord il regno dei morti, dimora altresì dei giganti della galaverna e dell'Aquila Divora-carogne che scatena i venti sbattendo le sue ali gigantesche.

Il vento è soffio furioso e violento, ma può essere anche l'alito dello Spirito Santo. Per la *Bibbia* e per il *Corano*, i venti sono messaggeri divini. Il soffio di Dio che spira sulle acque prima della Creazione è infatti chiamato "vento".

## Sopra le nostre teste planano le venerabili nubi

Le nubi godono di poco spazio nei miti e nelle leggende; tutt'al più, troviamo qualche racconto e molti proverbi nei quali si affibbiano loro nomi pittoreschi, spesso riferiti alla loro forma e al loro colore.

Una grande nuvola bianca, immobile, che ogni tanto compare più in alto delle altre nel cielo dell'isoletta di Sein, al largo della Cornovaglia, viene chiamata "il capretto del Vecchio Giovanni". E spesso i grandi cumulo-nembi che torreggiano in alto

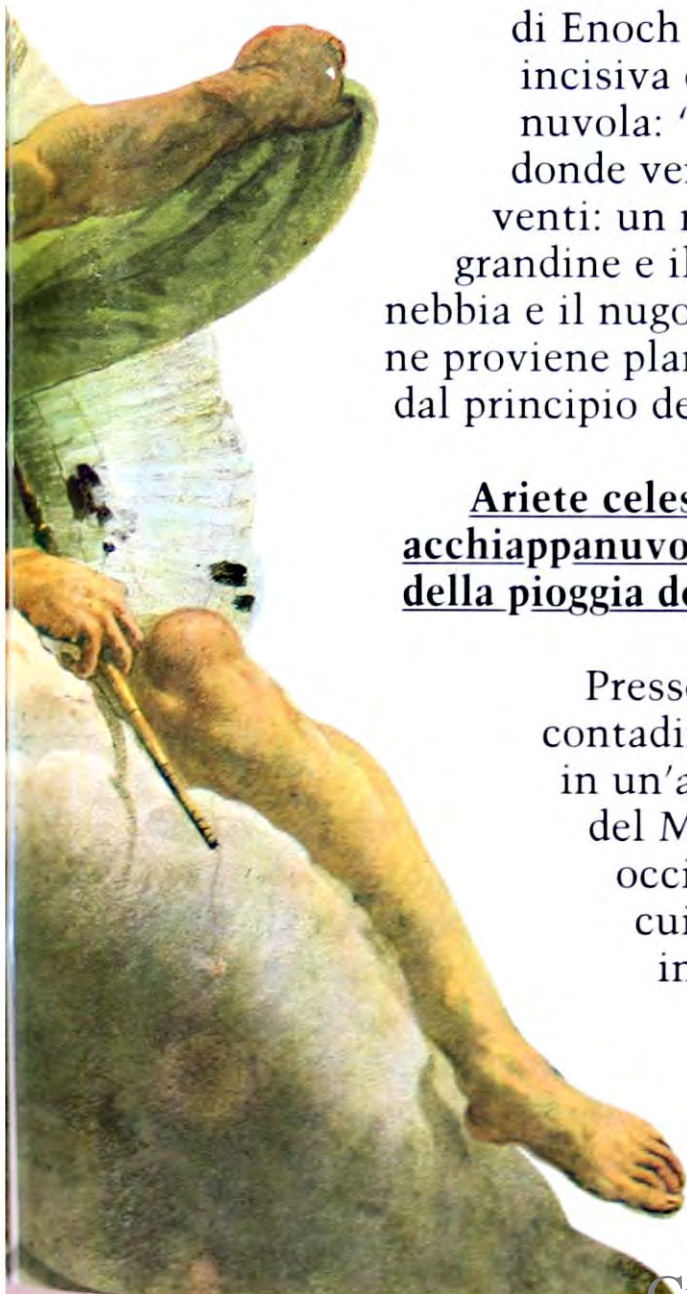
sono paragonati ad alberi: l'albero di san Barnaba, l'albero di Abramo o il famoso pero dei Maccabei. In effetti, se le nuvole compaiono raramente nei racconti biblici, gli alberi viceversa vi abbondano, da quello della Conoscenza a quello della Vita, fino alla quercia di Abramo, svolgendo la funzione di mediatori tra cielo e terra.

Ma è dalla sommità di una colonna di nubi che Iahvé parla a Mosè e al suo popolo; Mosè ha scalato la montagna del Signore, la gloria del Signore dimora sul monte Sinai, e una nuvola l'ha oscurato per sei giorni. E il settimo giorno, al centro della nube, appare il Signore e chiama Mosè. Questi, ridisceso dal suo popolo, è seguito dalla colonna di nubi, che ogni sera si ferma davanti all'entrata della sua tenda. Alla vista della colonna immobile davanti alla tenda sacra, tutto il popolo si raduna e si prosterna.

Ma è ancora nelle visioni di Enoch che si trova la più incisiva descrizione di una nuvola: "Là, vidi i ricettacoli donde vengono distribuiti i venti: un ricettacolo per la grandine e il vento, uno per la nebbia e il nugolo, e la nube che ne proviene plana sulla terra fin dal principio del mondo".

## Ariete celeste o gancio acchiappanuvole: la fabbrica della pioggia dei dogon

Presso i dogon, popolo di contadini-guerrieri che vive in un'aspra landa rocciosa del Mali, in Africa occidentale, la nube – da cui attendono l'acqua indispensabile alla loro sopravvivenza – è presente in tutti gli aspetti della visione

Per gli induisti, Vaju, cioè il vento, è il soffio cosmico, il Verbo. Regna sul mondo intermedio tra l'etere celeste e la terra. Nell'antica Persia, è il fondamento e la regola del mondo. "La prima creatura era una goccia d'acqua, e dall'acqua furono create tutte le cose, tranne il seme degli uomini e degli animali; questo seme è infatti un seme di fuoco. [...] Infine, il vento vince, sotto forma di un uomo di quindici anni che alimenta l'acqua, le piante, il bestiame, l'uomo giusto e tutte le cose."

simbolica della nascita e dello sviluppo dell'universo. Marcel Griaule, nel suo splendido libro *Dio d'acqua*, descrive un santuario totemico dogon: un cubo di circa sei cubiti di lato, con la facciata rinserrata agli angoli da torri leggermente coniche e decorate di fori simili a ombelichi, tra l'uno e l'altro dei quali sporge una specie di gancio di ferro. Il più delle volte il gancio è doppio, e ogni estremità termina in una stretta voluta. L'oggetto raffigura la fronte ornata di corna dell'ariete celeste, corna le cui volute trattengono le nubi piovose, e che sembrano due mani protese per trattenere l'umidità, per catturare l'abbondanza.

Secondo la credenza, l'ariete celeste che trattiene le nuvole entro le volute delle corna, è un ariete d'oro. Prima di ogni temporale, durante la stagione delle piogge, si può vederlo in cielo, tra le nuvole. Suo compito è di regolare la vita del mondo: urinando, manda la pioggia e la nebbia, e nel farlo corre tra le nuvole, lasciandosi dietro, sulla terra scossa dai suoi zoccoli, una traccia di quattro colori. Quella traccia è l'arcobaleno, lungo il quale l'ariete scende dal cielo e si tuffa nei grandi stagni della terra gridando: "L'acqua mi appartiene, l'acqua mi appartiene". Così, l'ariete celeste, la nube primordiale che fecondò il primo campo, urina le piogge sulla terra. Perché, come il vento porta le nuvole, così le nuvole portano la pioggia, la neve e la grandine.

Per i dogon, il gancio delle nuvole non è solo l'ariete celeste. È anche l'incudine del Fabbro Ancestrale, poiché, dove si trova il gancio si trova anche la fucina, dove l'antenato dei fabbri cominciò a forgiare nel primo campo.

## Le Pleiadi, "registe" delle piogge

Le regioni tropicali e quelle che attorniano l'equatore sono soggette a piogge: in certi casi, costanti, più o meno fitte, oppure regolarmente

Nella mitologia greca, le Pleiadi sono sette sorelle figlie del gigante Atlante e di Pleionea, figlia di Oceano. Si chiamano Taigete, Elettra, Alcione, Asterope, Celeno, Maia e Merope. Tutte saranno spose di dei fuorché Merope, moglie di Sisifo, la cui stella è la meno luminosa per la vergogna di quell'unione. Fu Orione a causare la loro trasformazione in stelle: il temibile cacciatore le aveva incontrate e se ne era innamorato, inseguendole per cinque anni. Zeus allora, impietosito, le mutò prima in colombe e poi in stelle.

alternate alla stagione secca. Gli indiani della Guyana raccontano come sette ragazzi golosi, che la madre si rifiutava di continuare a ingozzare, scelsero di trasformarsi in stelle e divennero la costellazione delle Pleiadi. Da allora, regnano sulle piogge.

In alcune zone si sorvegliano ansiosamente le Pleiadi a mano a mano che le piogge diminuiscono, poiché la loro scomparsa dietro l'orizzonte occidentale segna la fine della stagione piovosa e il tempo della più grande festa dell'anno. Altrove, le Pleiadi, che scompaiono in maggio e riappaiono in giugno, annunciano la piena dei fiumi, la muta degli uccelli e il rinnovamento della vegetazione.

Nella Guyana francese, il ritorno delle Pleiadi all'orizzonte è salutato dagli indigeni con gioia, poiché annuncia l'inizio della stagione secca, mentre la loro scomparsa è associata a una

recrudescenza delle piogge che rende impossibile la navigazione.

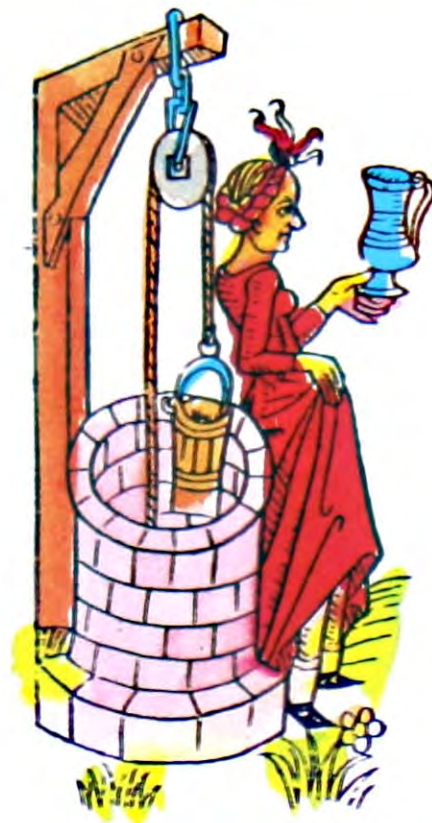
Questa alternanza dell'apparire e sparire delle Pleiadi, coincidente con l'alternanza di piogge e siccità, ha portato alla convinzione che la costellazione governi il regime pluviale. Una coincidenza trasformatasi in causa-effetto: da "nello stesso tempo in cui" a "poiché".

## I simboli legati all'acqua: numerosi, complessi e contraddittori

L'acqua, come il fuoco, ha una natura doppia; anzi, due volte doppia. Acqua in alto e acqua in basso. Acqua della vita e acqua della morte. Se le fate trovano rifugio presso le sorgenti, il diavolo alberga vicino all'acqua stagnante delle paludi.

L'acqua può essere una vera fonte di giovinezza. Lo storico greco Erodoto racconta che un re etiope, interrogato da alcuni ambasciatori sulla longevità dei suoi sudditi, rispose che raggiungevano anche i centovent'anni. Di fronte allo stupore degli ambasciatori, il re li condusse a una sorgente le cui acque, che profumavano di viola, rendevano la pelle untuosa. L'acqua era così leggera, che nulla vi poteva galleggiare, neppure il legno o materiali più lievi, e tutto vi sprofondava. Era al consumo di quell'acqua che gli etiopi dovevano la loro stupefacente longevità.

A quest'acqua vitale, però, si contrappone l'acqua della morte. Ne parla Tacito nella *Germania*, descrivendo come i popoli del Nord onorassero la madre terra: "C'è in un'isola dell'Oceano un bosco santo, e in esso un cocchio dedicato alla dea, coperto di drappi: toccarlo è consentito a un solo sacerdote. Costui sa quando la dea penetra nel sacrario, e condotta da due giovenche l'accompagna con infinite reverenze. [...] Indi si procede all'abluzione, in un recondito lago, del carro, dei drappi, e (se ti piaccia crederlo) della dea stessa. Vi provvedono i servi, che il lago medesimo subito inghiotte".

Non mancano fonti che descrivono le torbiere sacre in Danimarca, Norvegia e Svezia. In Islanda troviamo numerosi *blotkeldur*, paludi usate per i sacrifici, dove si facevano precipitare gli impiccati

L'acqua è fonte di vita, strumento di purificazione e di rigenerazione. Spesso, le fate animano le sorgenti, acque femminili, e amano la vicinanza dei pozzi. È lì che favoriscono gli incontri e fanno nascere l'amore.

la cui vita veniva offerta agli dei. I tartari gettavano i bambini illegittimi nella melma dei loro stagni sacri, e non molto tempo fa in Cornovaglia i bambini malati venivano immersi tre volte nei pozzi di Saint Mandron, donde uscivano guariti.

I dogon, ancora loro, sanno che l'acqua non è mai pura. Il loro settimo avo mitico vomitò nello stesso tempo le pietre preziose e un'acqua trasportatrice di lordure. Quell'acqua pestifera si diffuse sulla terra, nei mari e nei fiumi. Allora, l'ariete celeste urinò le prime piogge proprio per purificare le acque insozzate.

Victor Segalen, etnologo francese (1878-1919), scrisse: "La mia amante ha le virtù dell'acqua: un chiaro sorriso, gesti fluenti, una voce pura che canta a goccia a goccia".

## Come le acque, anche le piogge hanno poteri ambivalenti

L'ambiguità simbolica delle acque si ritrova nelle virtù e nei poteri attribuiti alla pioggia.

La pioggia, come l'acqua sorgiva, possiede molte virtù curative. "Le acque, in verità, sono guaritrici; scacciano e guariscono tutte le malattie", afferma l'*Atharva Veda*, uno dei grandi testi sacri indiani.

Nella regione francese del Finistère, quando scoppia un temporale le persone che soffrono di reumatismi si spogliano, si sdraiano supine e porgono la schiena nuda alla pioggia, per tutto il tempo della perturbazione. E le gocce di pioggia che cadono durante la festa di San Martino sono un sicuro rimedio contro le scottature.

La pioggia, come le acque sotterranee, ha anche un potere fecondante. Un mito melanesiano racconta che una fanciulla perse la verginità perché aveva lasciato che la pioggia le inondasse il corpo. Un altro mito simile ricorda che una fanciulla, toccata da alcune gocce d'acqua cadute da una stalattite, ne era diventata la moglie.

Nella città di Dinan,

Tlaloc, "il germinatore", è il dio azteco della pioggia. Lo assistono piccole divinità che distribuiscono le piogge, e vive in un giardino che rappresenta l'abbondanza del mondo vegetale.

in Bretagna, la pioggia durante la notte di nozze indica che la sposa sarà felice, perché le lacrime che le toccherebbe di piangere cadono tutte in quella sola circostanza. Nella regione francese del Poitou, invece, è segno che verrà picchiata e che piangerà tante lacrime quante sono le gocce che cadono. E se a Marsiglia la pioggia durante la notte di nozze garantisce l'abbondanza nella casa degli sposi, nel Vivarais annuncia la carenza di denaro. Ancora più stranamente, nel Poitou, se piove il giorno del matrimonio, sarà la moglie a morire per prima, mentre se brilla il sole sarà lo sposo a precederla nella tomba.

All'acqua della vita, che guarisce, ringiovanisce o addirittura assicura la vita eterna, si oppone l'acqua dei morti, il volto nero delle immagini acquatiche. "Per le anime, la morte è divenire

Le piene della Senna sono lente e di lunga durata. Inoltre, prima che il suo flusso fosse regolato, questo fiume aveva piene catastrofiche, come quella del 1910: a causa della conformazione del suo letto, tende infatti ad accumulare le acque fino allo straripamento. Il dipinto anonimo qui riprodotto è stato ispirato a un'illustrazione della rivista "Petit journal".

acqua", afferma il filosofo greco Eraclito. In Grecia si credeva che, alla vigilia delle piogge primaverili, i morti avessero sete, e in occasione di alcune cerimonie si versava loro dell'acqua attraverso certi crepacci. L'uso funebre dell'acqua è universale.

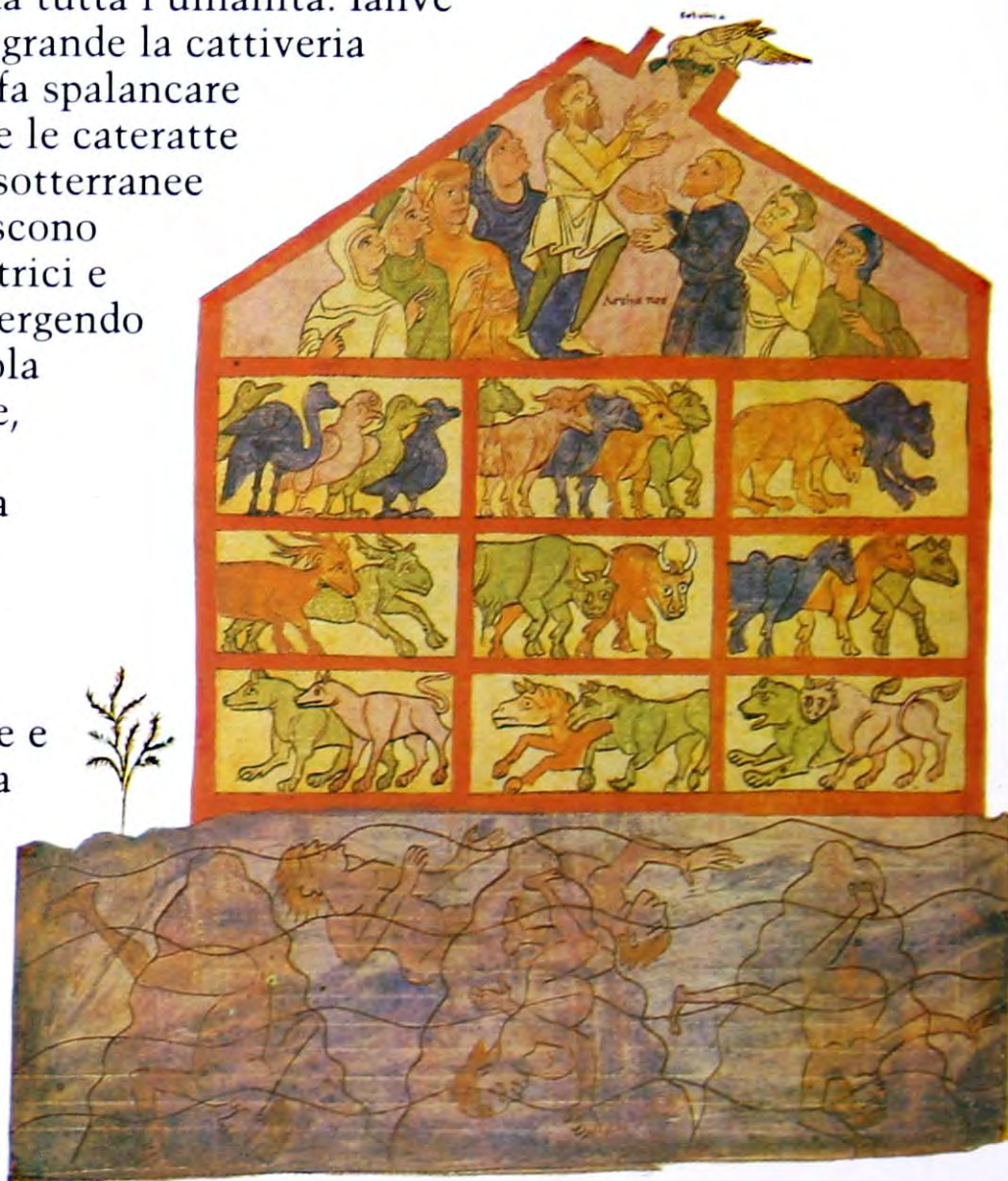
**Il diluvio universale, punizione celeste, somma di tutti i simboli acquatici**

Nella maggior parte dei miti tribali dell'Oceania è un peccato rituale – peccato che quindi implica la responsabilità di tutta la tribù – a scatenare le acque.

Presso i dissodatori seminomadi degli altopiani vietnamiti, contadini che, come dicono di se stessi, "divorano la foresta", basta un incesto per causare piogge torrenziali.

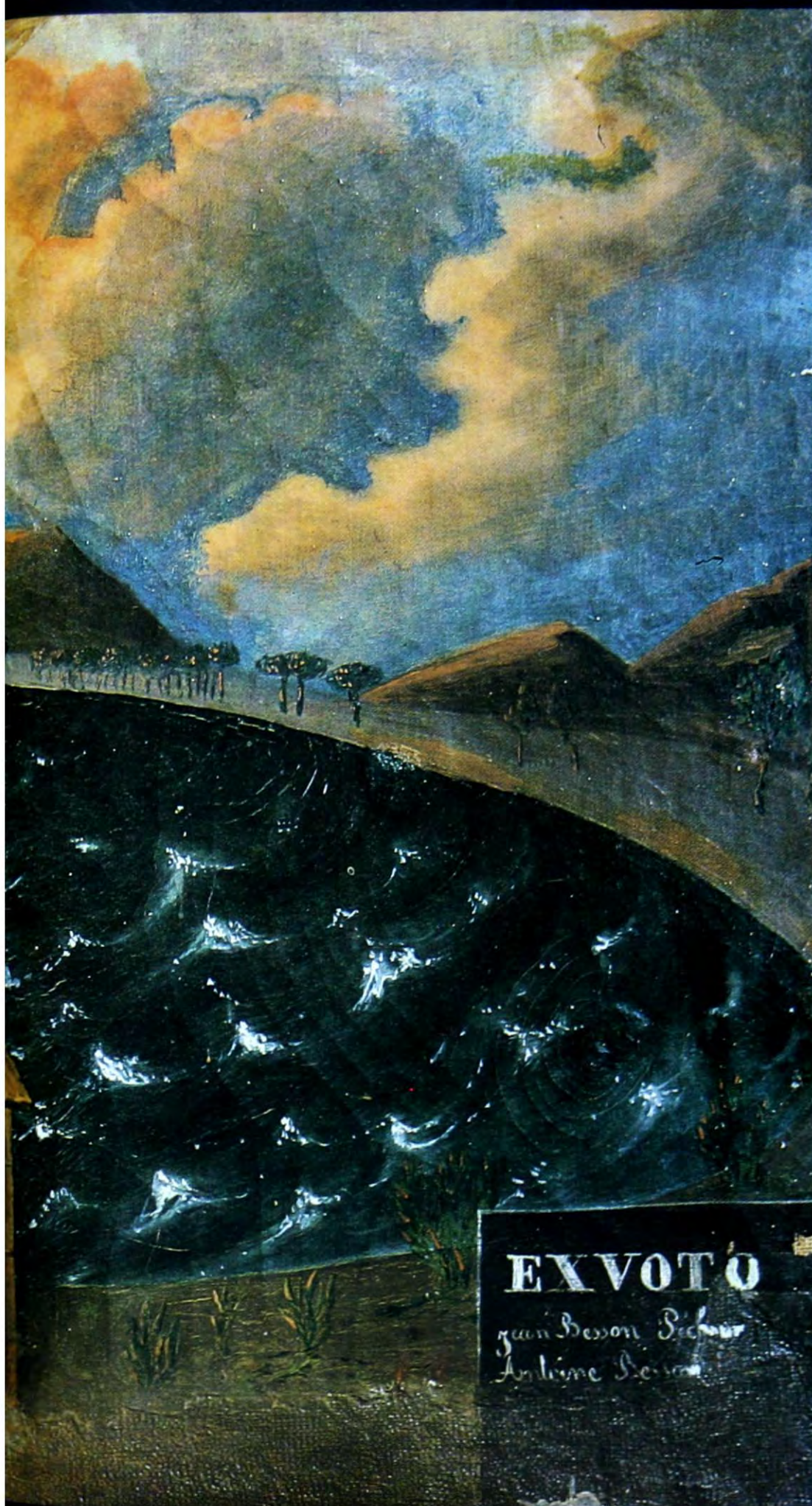
Nel caso del diluvio di Noè, il peccato è collettivo, riguarda tutta l'umanità. Iahvé ha visto quanto sia grande la cattiveria dell'uomo, e allora fa spalancare le sorgenti abissali e le cateratte del cielo. Le acque sotterranee e quelle celesti uniscono le loro forze distruttrici e purificatrici, sommergendo la terra e riportandola al fango primordiale, all'informe, poiché nell'acqua ogni cosa si dissolve.

Per Noè ci sono quaranta giorni e quaranta notti di pioggia. L'acqua sale e tutto ciò che ha vita muore, compresi gli uomini. Tranne Noè, tuttavia, nuovo Adamo, nuovo antenato mitico, che ha meritato la grazia di Iahvé.

"E Iahvé disse a Noè: 'Entra nell'arca, tu con tutta la tua famiglia, perché io ho veduto che tu sei giusto dinanzi a me in questa generazione. D'ogni animale puro prendine con te sette e sette, maschio e femmina, e degli animali che non sono puri un paio [...] per conservare in vita il seme sulla faccia di tutta la terra' [...].
E venne una pioggia dirotta sulla terra per quaranta giorni e quaranta notti."
*Genesi*, capitolo 7

**La fede dei semplici**

Gli ex-voto sono ingenue testimonianze di interventi soprannaturali e della gratitudine popolare. Ve ne sono tipi di ogni genere: oggetti-ricordo legati a un miracolo, pezzi artigianali in vendita presso i santuari, iconografie che vanno dai graffiti ai disegni, ai mosaici, e che raccontano storie di miracoli. Portano sempre la firma dei miracolati. I quadri sono la parte più cospicua di queste espressioni votive, dipinte su tavole di legno, su tele, su cartoni o su semplici fogli di carta. I soggetti formano un repertorio completo della tragicità della vita umana: parlano di incidenti, di malattie, di flagelli naturali... Le alluvioni, per esempio, hanno lasciato un ricordo particolarmente doloroso nella memoria collettiva della società tradizionale: in questo ex-voto, sono rappresentati con incisività i danni materiali e l'angoscia che un'inondazione ha portato con sé.

## Ex voto, come esorcismi

La grande quantità di ex-voto offerti nelle cappelle da persone scampate ai fulmini, alle tempeste o alle inondazioni testimonia il terrore che quegli sconvolgimenti incutono. Ma il timore di una morte improvvisa, accidentale e fulminea, nonché la conseguente adorazione dei santi "salvatori", dipendeva soprattutto dal fatto che morire senza aver ricevuto i Sacramenti costituiva la peggiore sventura per una popolazione contadina assai legata alla religione (spesso mescolata alle più diverse superstizioni). In questo ex-voto, alcuni marinai si sono rifugiati in un casotto di doganieri durante una tempesta. Un fulmine si abbatte sul tetto del rifugio e lo incendia.

**Santa Maria, prega per noi**

Nelle regioni costiere sono ovviamente numerosi gli ex-voto dedicati ai drammi del mare. Le piccole barche dei pescatori sono continuamente minacciate, come del resto le navi d'altura. I ringraziamenti di coloro che sono sfuggiti alle tempeste sono rivolti in genere a Nostra Signora della Misericordia, e gli ex-voto cercano di descrivere con precisione le circostanze del dramma. Di solito, la natura si scatena mostruosamente e anche al marinaio più esperto non rimane che la preghiera. Se a realizzare questi dipinti sono proprio i marinai, si utilizzano la tela delle vele e le vernici per barche.

Poi, le acque si ritirano e Noè libera la colomba che torna all'Arca con un rametto d'ulivo nel becco, simbolo di pace. Le acque, infatti, possono distruggere, ma anche far germogliare, rifiorire, purificare. "Siate fecondi e moltiplicatevi e riempite la terra", dice Iahvé a Noè e ai suoi figli quando scendono dall'Arca. "Io non tornerò più a maledire il suolo a cagione dell'uomo, perché il disegno del cuore umano è malvagio fin dalla adolescenza; e non tornerò più a colpire ogni essere vivente come ho fatto. Finché la terra durerà, semenza e raccolta, freddo e caldo, estate e inverno, giorno e notte non cesseranno mai."

A ogni ordine infranto, Dio, gli dei o le forze della natura rispondono con un disordine totale che cancella tutto: uomini, natura, storia. Poi, dal grande caos scaturisce un ordine nuovo, simbolizzato dall'arcobaleno, che appare solo dopo le piogge. Disegnato da Dio in cielo, secondo la *Bibbia* l'arcobaleno è il segno della nuova alleanza con il popolo ebraico.

In numerose regioni, l'arcobaleno, sempre carico di valori positivi, è "l'arco di Dio", oppure di un santo popolare, spesso san Martino o san Michele.

Numerosi sono nel Medioevo, in oriente come in occidente, i "libri dei prodigi". Spesso, vi figura l'arcobaleno.

## Malgrado la positiva simbologia biblica, l'arcobaleno può divenire portatore di malefici

L'arcobaleno può essere anche "l'arco del Diavolo" o la coda del lupo! Presso i celti, chi lo aveva visto da vicino sosteneva che aveva un'enorme testa di serpente dagli occhi fiammeggianti. Quando si presenta in terra con questo aspetto minaccioso e terrificante, lo si accusa di inaridire interi laghi per soddisfare la sua sete inestinguibile.

Tale volto fosco dell'arcobaleno si vede già in Omero. Nell'*Iliade*, prima della morte di Patroclo, Zeus invia Atena a risvegliare lo spirito bellicoso tra le schiere avverse, poi tende in cielo, al di sopra delle nubi, l'arcobaleno, come è solito fare quando annuncia una guerra o un uragano. Poco più avanti, offrendo la vittoria ai troiani, terrorizza gli achei lanciando tuoni e fulmini.

Le due righe del testo arabo (a fianco) inquadrano l'arcobaleno e trattano della sua formazione e dei suoi colori, cangianti a seconda delle condizioni atmosferiche.

In questa incisione settecentesca, la figura di Giove è sovrastata dai due segni zodiacali ai quali il dio presiede: il Sagittario, che rappresenta la giustizia, e i Pesci, simboleggianti la filantropia. Dal suo carro trainato da aquile, Giove scaglia la folgore; in questa veste ha l'epiteto di "Elicio", dal verbo latino *elicere*, cioè "attrarre". È lui, infatti, che attrae la folgore dal cielo e permette che si abbatta sulla terra. Tuttavia, questo abbattersi non spezza il legame tra cielo e terra; anzi, lo ribadisce, e l'arcobaleno ne è il simbolo e il garante.

All'arcobaleno, nella *Bibbia* simbolo del nuovo ordine e dell'alleanza, si contrappone dunque quello di Omero, annuncio di nuovo disordine e di nuove lacerazioni.

**Quando l'arcobaleno è un mostruoso serpente**

Quest'ambiguità del simbolismo dell'arcobaleno si ritrova presso gli indiani del Sudamerica, ma con una differenza: il suo valore positivo non implica un'alleanza ma una rottura, annunciando la fine della pioggia e la separazione tra cielo e terra, che la pioggia aveva unito. Infatti l'arcobaleno appoggia le sue estremità nelle due bocche dei serpenti che generano le piogge. Quando lo si vede è segno che la pioggia è cessata. Quando scompare è perché due anguille sono salite in cielo per nascondersi in uno stagno, ritorneranno nelle acque terrestri con la prossima pioggia.

In Australia l'arcobaleno è legato al serpente ed è responsabile di malattie. Quando gli europei vi importarono il vaiolo, gli aborigeni lo chiamarono "la scaglia del Grande Serpente"! Il Serpente Arcobaleno australiano fa parte degli antenati totemici ed è dotato di un doppio simbolismo: rappresenta sia il bene sia il male, evoca la creazione e la distruzione, ha partecipato alla nascita del mondo e, anche se ha creato solo i grandi corsi d'acqua, viene assimilato alla Grande Madre creatrice. I suoi poteri ispirano un tale terrore che gli uomini si devono guardare da lui; le donne incinte devono fare attenzione a non sporcare le fonti dove va ad abbeverarsi e i ragazzi, durante i riti che segnano il passaggio all'età adulta, devono evitare di bere nei fiumi per paura che il Serpente Arcobaleno li rapisca.

In Australia, il Serpente Arcobaleno simbolizza, in tutta la sua importanza, la bisessualità del creatore del mondo, la rigenerazione della natura e la fertilità degli uomini. Ha quindi un ruolo di primaria importanza tra gli antenati totemici. È a un tempo forza del bene e del male, ma i maghi della pioggia e i guaritori sanno come imbrigliare i suoi poteri malefici, manipolando gli oggetti da cui emanano: le conchiglie e i cristalli di quarzo.

**L'arcobaleno, sentiero e tramite fra terra e cielo, ricorre continuamente anche nella mitologia degli aborigeni australiani**

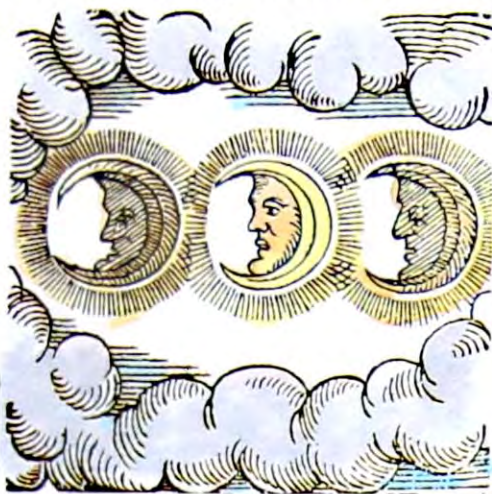
Gli dei australiani abitano il cielo, assisi su troni di cristallo, e gli eroi mitici li raggiungono percorrendo l'arcobaleno. Durante l'iniziazione

dei medici-stregoni, che è accompagnata da morti e resurrezioni simboliche, la salita in cielo lungo l'arcobaleno è un momento fondamentale. Il sacerdote, assunte le sembianze di uno scheletro, introduce l'iniziato, rimpicciolito alle dimensioni di un bambino piccolissimo, in un

Queste raffigurazioni del Serpente Arcobaleno, dipinte su corteccia, si trovano spesso nella regione australiana denominata "terra di Arnhem", dal nome del navigatore olandese che la esplorò nel 1623. Là, con il nome di Yulungurr, il serpente vive in un pozzo sacro chiamato Mirrimina. È anche il protagonista di una storia mitica: le sorelle Waliwag, portatrici di fertilità, davano il nome agli animali e alle piante via via che attraversavano la regione. Sul punto di partorire, la più giovane si fermò presso la laguna dove viveva Yulungurr. Il bambino nacque e la puerpera, cercando di costruire una culla, inavvertitamente inquinò la laguna. Offeso, il serpente scatenò una tempesta per spaventare le sorelle, le quali cercarono di calmarlo mettendosi a danzare e a cantare i nomi degli animali. Ma ciò non fece che aumentare la collera del serpente, che raddoppiò la violenza della tempesta fino a che le fanciulle non ne furono inghiottite.

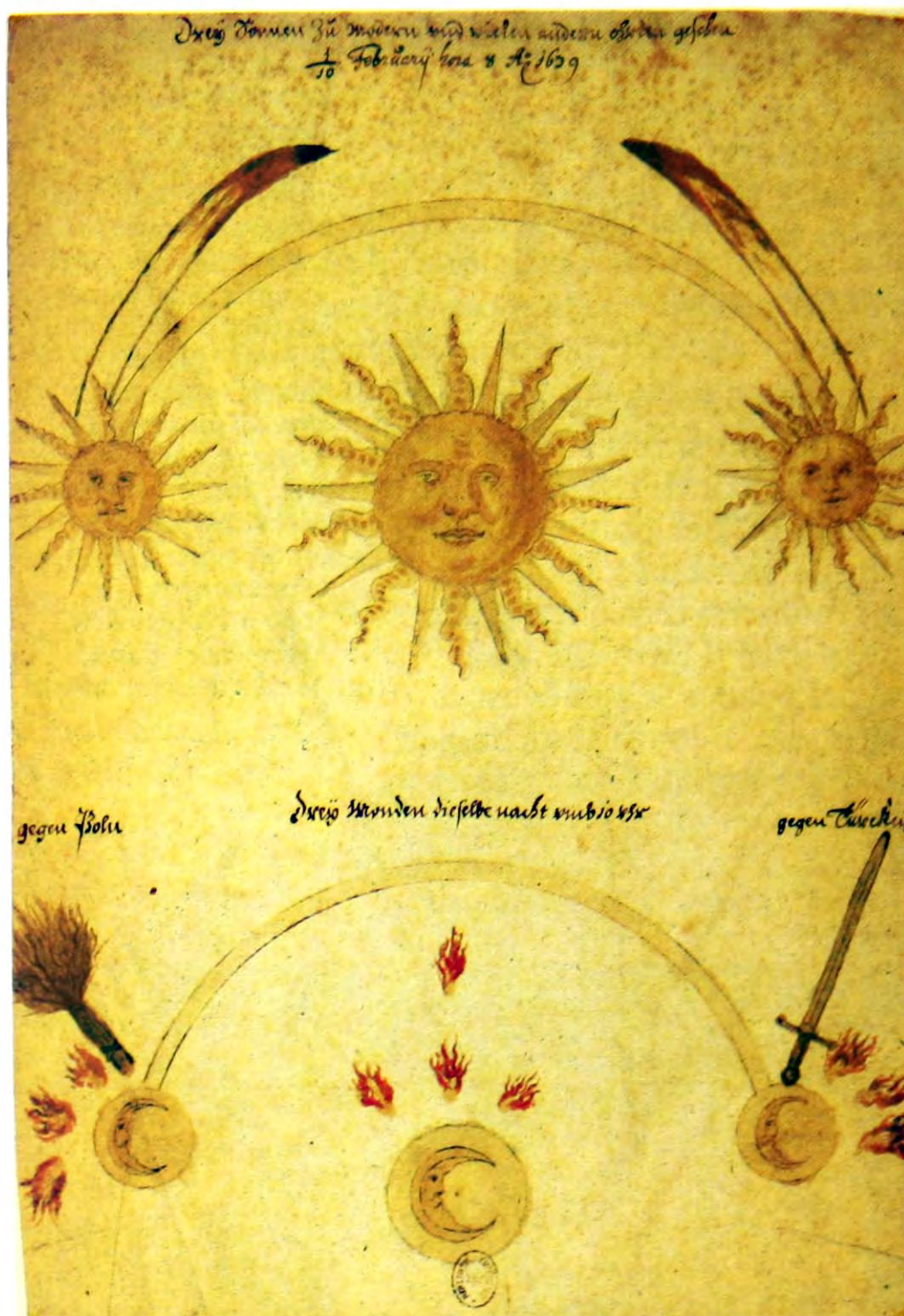
sacchetto che porta al collo. Poi, a cavallo dell'arcobaleno, aiutandosi con le braccia come se stesse salendo lungo una corda, lo conduce in cima all'arco per lanciarlo in cielo. Dopo avergli introdotto nel corpo dei piccoli serpenti d'acqua dolce e dei cristalli di quarzo lo riporta infine sulla terra, sempre attraverso l'arcobaleno.

## Immagini e poteri dell'arcobaleno in Europa

In tutta l'Europa, l'arcobaleno si veste di una vasta gamma di immagini e di facoltà. Molti marinai, per esempio, credevano che se la loro nave fosse passata a una delle estremità dell'arcobaleno, avrebbe potuto essere sollevata anch'essa mentre quello "aspirava" l'acqua. Nelle commedie e nei racconti rinascimentali era consueto narrare che chi fosse passato sotto un arcobaleno avrebbe rischiato di cambiare sesso. Altrove, si racconta che una ragazza per diventare maschio, doveva riuscire a lanciare la propria cuffia al di là del magico arco... Un po' dappertutto era comunque considerato pericoloso indicare l'arcobaleno con il dito: c'era il rischio di perderlo, alla peggio, o nella migliore delle ipotesi di buscarsi un patereccio. Ma l'arcobaleno poteva anche regalare oro, argento o più spesso perle; bastava deporre un cestino ai piedi di una delle colonne su cui poggiava.

Nel suo *Libro dei prodigi*, pubblicato nel 1557, Conrad Lycosthène ha catalogato con grande precisione i fenomeni astronomici e astrologici avvenuti tra il 2307 a.C. e il 1556 d.C. A sinistra, un "paraselene" osservato nel 1168.

## Quando la luce del sole o della luna produce vere e proprie meraviglie

I giochi prodotti dalla luce del sole o della luna quando l'atmosfera è particolarmente ricca di particelle d'acqua o di ghiaccio creano fenomeni ottici come gli aloni, l'arcobaleno e il parelio, comunemente detti "cani del sole".

Gli australiani sapevano perché la luna a volte è circondata dall'alone: Balou-la-luna, venuta un giorno sulla terra, aveva avuto da lamentarsi dell'avarizia dell'ibis Mouregou, e, per proteggersi

I presunti raddoppiamenti del Sole, ossia i pareli, e quelli della Luna, chiamati da Lycosthène paraseleni, in realtà sono fenomeni ottici dovuti alla rifrazione della luce nei piccoli cristalli di ghiaccio che a volte fluttuano negli strati alti dell'atmosfera. Sono accompagnati da archi che, effettivamente, possono produrre immagini impressionanti. Qui, un illustratore del Seicento rappresenta torce, faville e spade.

dal freddo, si era dovuta costruire una capannina rotonda, rivestita di colore chiaro. Si era appena addormentata quando la pioggia iniziò a cadere e invase la casa di Mouregou. Da allora gli australiani, quando vedono in cielo Balou-la-luna nella sua capanna, aspettano la pioggia per il giorno dopo.

Anche il sole può circondarsi di un alone o di una corona: quando Cesare Augusto entrò a Roma dopo la morte del padre, lo si vide attorniato di spighe e di cerchi colorati. E se sparisce durante l'eclissi, altre volte può capitare

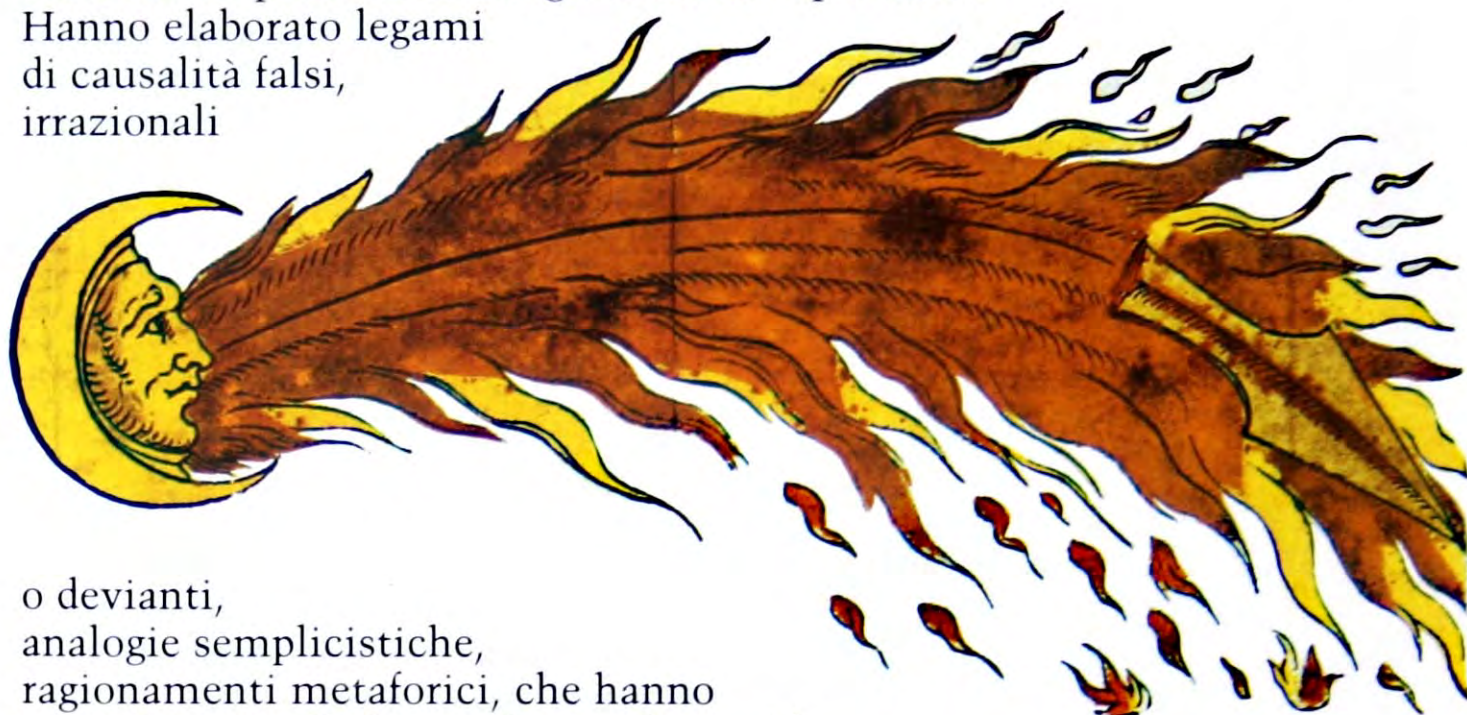
che sorgano fino a tre soli in una volta: il solito, più due "cani". Accade addirittura – un prodigio eccezionale – che i due "cani" lo seguano dall'alba al tramonto. Alcuni esploratori polari raccontarono anche di aver visto sorgere contemporaneamente sei soli.

**L'aurora boreale: drappeggi sospesi alla volta del cielo**

Quando il cielo notturno s'imporpora, quando nel nero della notte galleggiano luci simili a torce o a lampioni, quando quei soli notturni rischiarano il buio sino a dargli le sembianze del giorno, allora c'è da aspettarsi avvenimenti straordinari, giacché le aurore boreali sono un fenomeno infrequente alle nostre latitudini. Si spiega così il fatto che sia i contadini della regione del Beauce, a sud-ovest di Parigi, sia quelli della Corsica, ricordino ancor oggi che si vide un'aurora boreale prima della disastrosa guerra del 1870. Per certi pescatori che navigano alle alte latitudini, invece, le aurore boreali sono formate di una moltitudine di piccole mosche rosse.

Le aurore polari, più comunemente dette boreali, possono durare pochi minuti o un'intera notte. Sono formate da particelle solari elettrizzate e intrappolate nell'alta atmosfera dal campo magnetico della terra. Il nostro pianeta, infatti, agisce come una calamita le cui estremità sarebbero ai poli. Ecco perché alle nostre latitudini le aurore boreali sono estremamente rare: sono privilegio degli abitanti del grande Nord e del profondo Sud.

**Verso l'ultima terra mitica?**

Dall'alba dei tempi, su tutto il pianeta, gli uomini cercano di decifrare il cielo. Ma il cielo, soprattutto quello remoto, è discreto e segreto. Ci manda solo qualche messaggio, e sempre in codice. Ecco perché gli uomini vi hanno proiettato più immagini di quanti fossero i messaggi che ricevevano. Dalla cima degli alberi fino alla dimora degli dei l'hanno affollato di simboli, miti e leggende. Il cielo è divenuto la memoria del mondo. Trasformare Callisto in orsa e scagliarla in cielo ha significato renderla nota a tutti e per l'eternità, che si trattasse di un castigo o di una glorificazione. Hanno creduto di leggere i segni del cielo molto prima di avere gli strumenti per farlo. Hanno elaborato legami di causalità falsi, irrazionali o devianti, analogie semplicistiche, ragionamenti metaforici, che hanno preso forma nelle leggende popolari cui la scienza – è bene precisarlo – deve molto poco. Da quando, grazie a Galileo, gli uomini hanno scoperto che le leggi matematiche sono, se non l'unico, uno degli alfabeti con cui è scritto il libro della natura, le credenze e i saperi popolari hanno indietreggiato di fronte alla scienza. Ora che l'avanzata della scienza è inarrestabile, che le scoperte si succedono dappertutto e continuamente, che l'istruzione rimpiazza fin dall'asilo il sapere dei nonni, cosa avverrà di questo patrimonio, dove troveranno rifugio i miti e le loro immagini?

A volte, la luna passa davanti a Marte, pianeta rosso come il fuoco e dio della guerra. Un fenomeno in questa illustrazione riveduto e corretto: sembra quasi che la luna vomiti una fiammata terminante con una minacciosissima punta di lancia.

Poiché la Terra orbita attorno al Sole, ciò che si vede in cielo cambia un poco ogni notte.

Nelle pagine seguenti si trovano quattro carte del cielo a marzo, a giugno, a settembre e dicembre.

Mostrano il cielo esattamente come lo si vede girandosi verso Nord o verso Sud alle 21 circa della sera.

VERSO NORD IN MARZO

LINCE
Castoro
Polluce
GEMELLI
AURIGA
LEONCINO
CANCRO
Regolo
LEONE
Procione
Betelgeuse
Aldebaran
TORO
ORIONE
UNICORNO
IDRA
Sirio
Rigel
COPPA
CANE
MAGGIORE
LEPRE
VERGINE
CORVO
POPPA
ERIDANO
Spiga
COLOMBA
Mira
EST
OVEST
VERSO SUD IN MARZO

VERSO NORD IN GIUGNO

BOOTES
CANI
DA CACCIA
Arturo
CHIOMA DI BERENICE
ERCOLE
CORONA
LEONE
OFIUCO
SERPENTE
VERGINE
Regolo
Spiga
CORVO
SERPENTE
BILANCIA
COPPA
Antares
AQUILA
IDRA
LUPO
CENTAURO
SCORPIONE
EST
OVEST
VERSO SUD IN GIUGNO

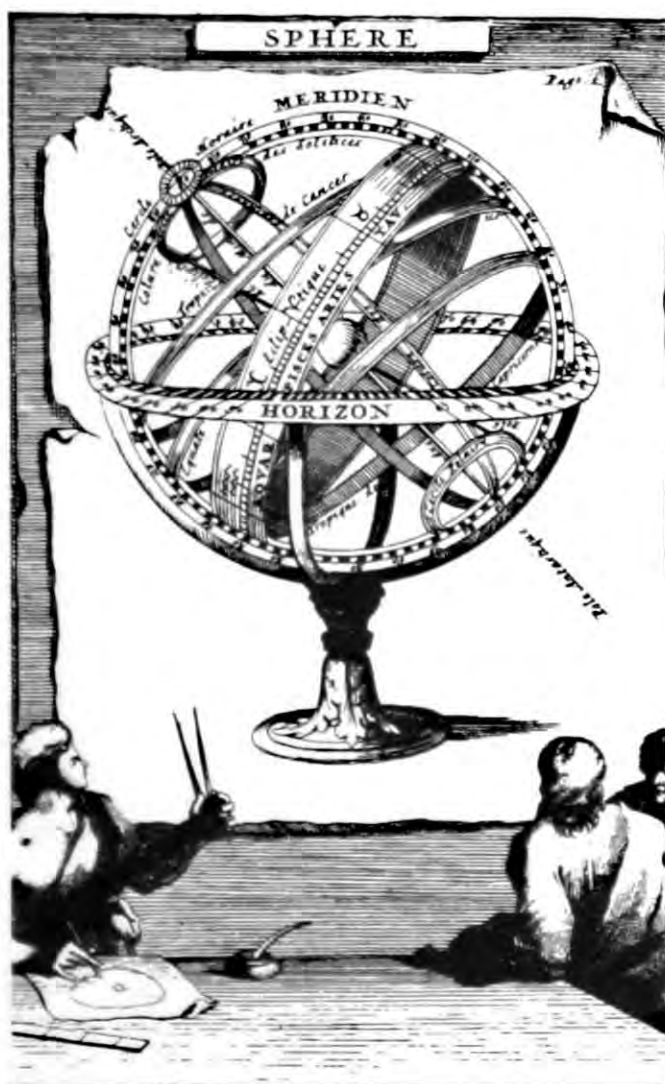
CIGNO
LUCERTOLA
CEFEO
DRAGONE
ERCOLE
CASSIOPEA
CORONA
Stella
Polare
ORSA
MINORE
BOOTES
ANDROMEDA
TRIANGOLO
GIRAFFA
PERSEO
Algol
Arturo
ARIETE
ORSA
MAGGIORE
CANI
DA CACCIA
LINCE
Capella
Pleiadi
AURIGA
CHIOMA DI BERENICE
OVEST
EST
VERSO NORD IN SETTEMBRE

VERSO NORD IN DICEMBRE

VERSO SUD IN DICEMBRE

# TESTIMONIANZE E DOCUMENTI

# La sfera celeste

*A un osservatore terrestre, proprio come ai primi uomini, la Terra appare piatta e sovrastata da una grande cupola celeste sulla quale di notte compaiono le stelle. Ma ciò è una pura illusione.*

Stampa raffigurante alcuni astronomi che osservano una sfera armillare di fabbricazione francese.

## Un sistema di riferimento

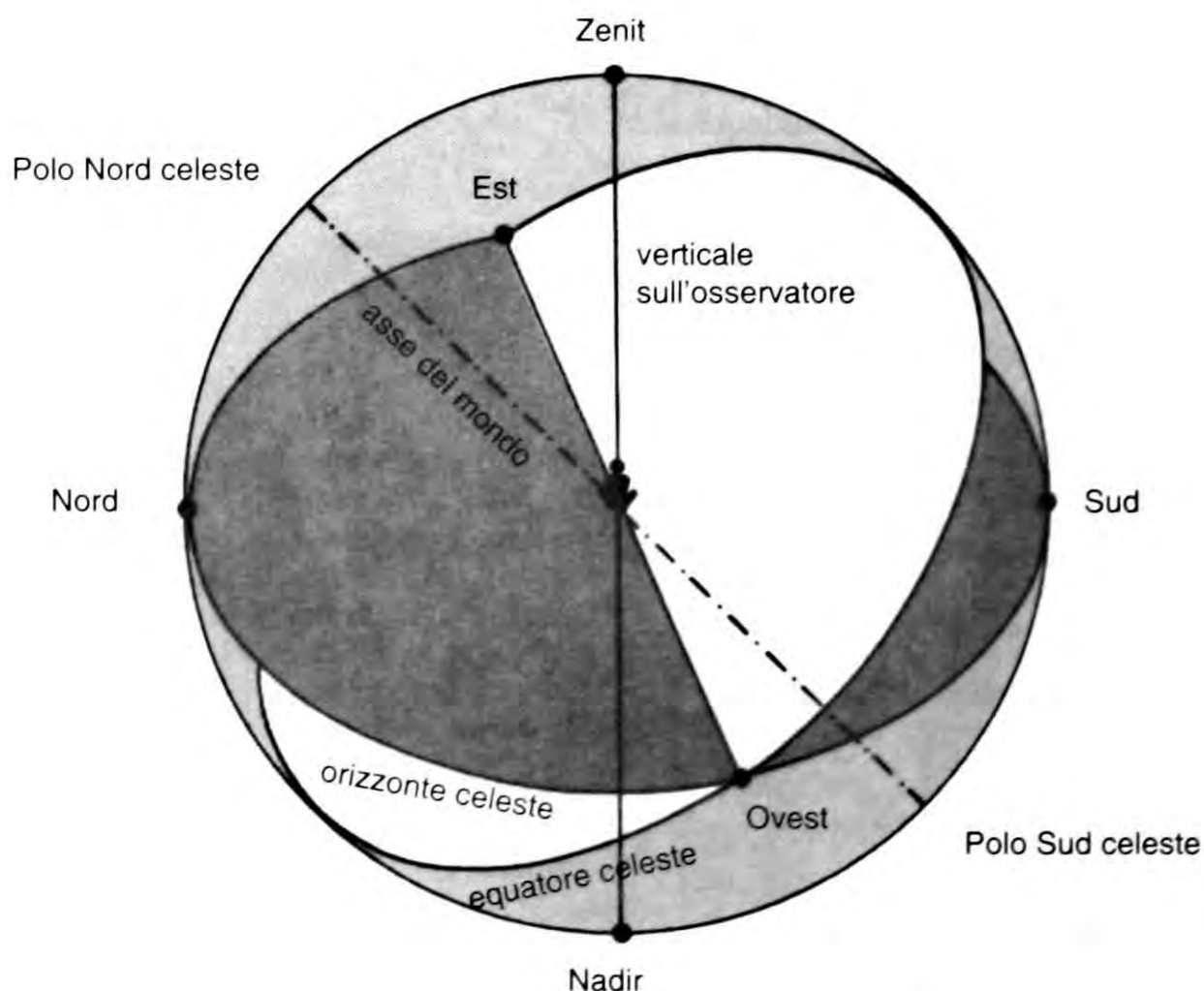
La Terra non è altro che un piccolo corpo sferico e il cielo non è una cupola ma una sfera d'aria che la circonda da ogni parte e che appare di colore azzurro perché diffonde le radiazioni solari (sfera celeste). Stando sulla Terra, la sfera celeste e tutti gli astri sembrano ruotare intorno a essa ogni giorno da est verso ovest. Ma tali moti sono soltanto apparenti. In realtà è la Terra che in 24 ore compie una rotazione completa intorno al proprio asse causando l'alternarsi del giorno e della notte e l'apparente moto giornaliero di tutte le stelle da est verso ovest.

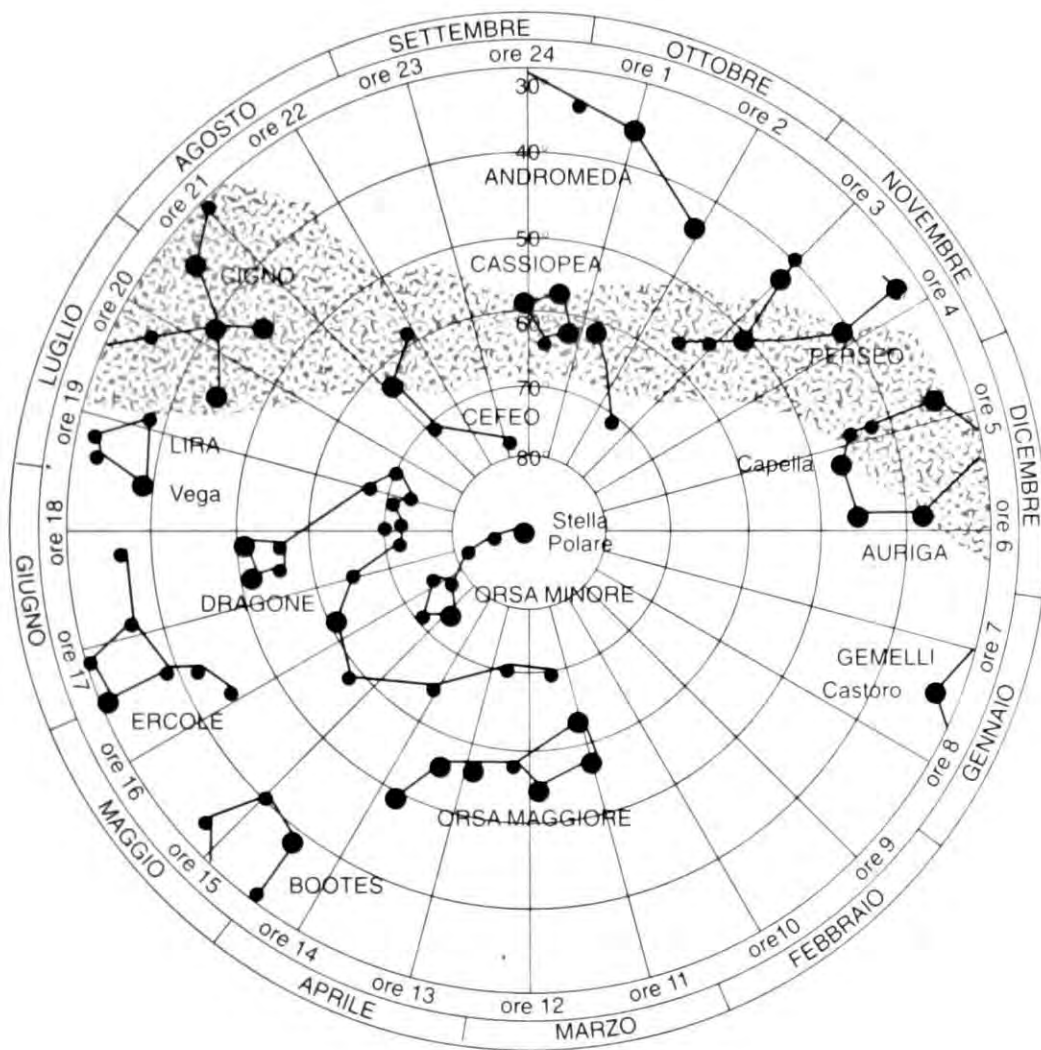
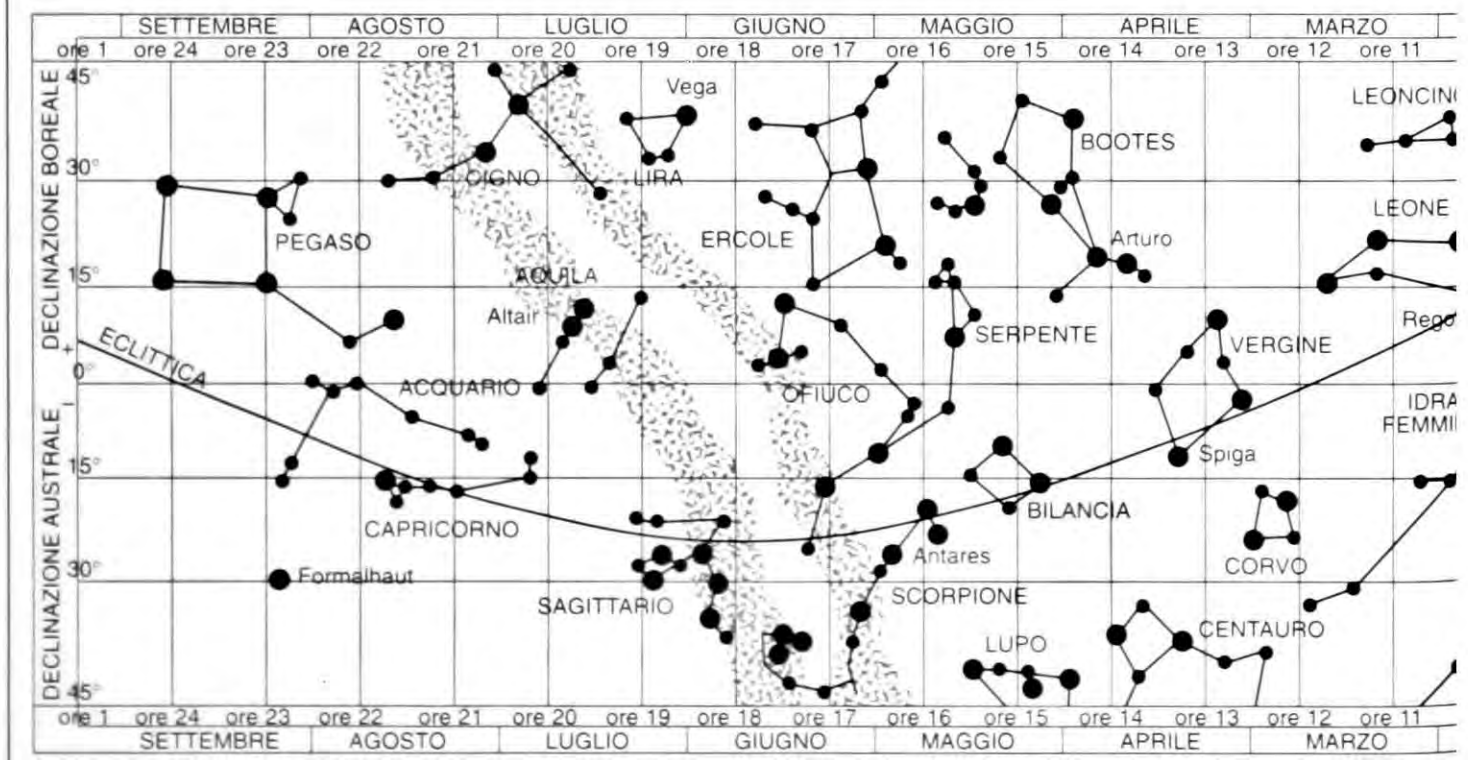
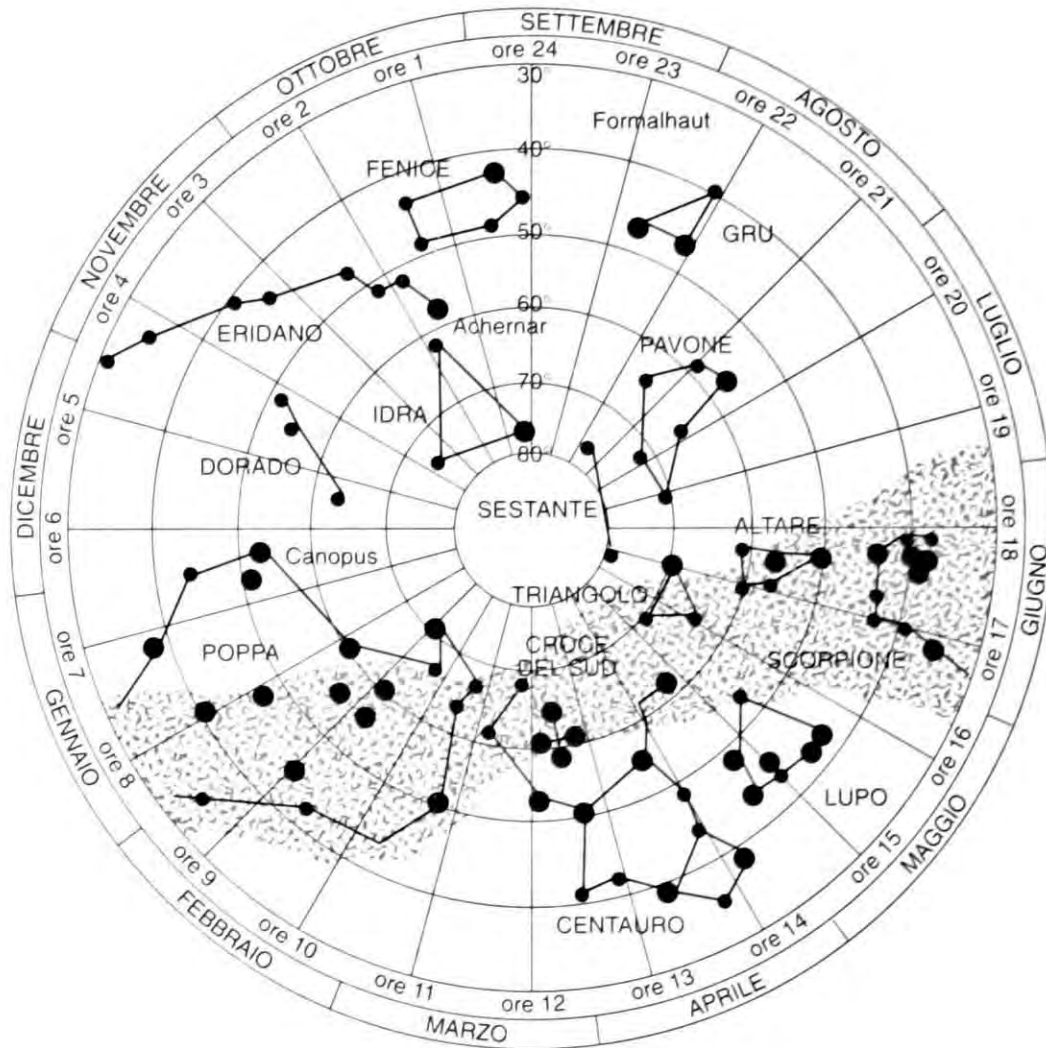
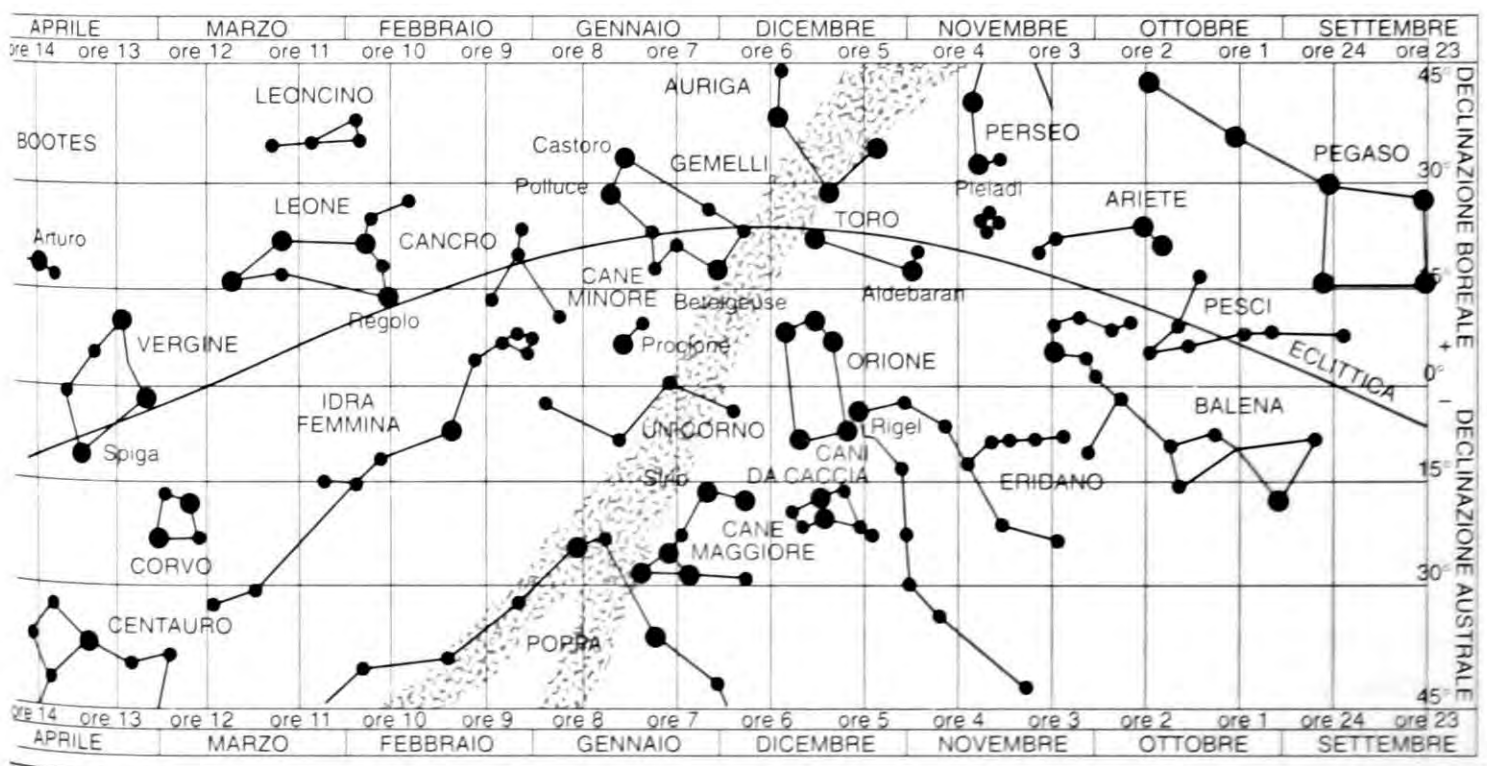
L'asse terrestre è una retta immaginaria che attraversa la Terra intersecandola in due punti diametralmente opposti: il Polo Nord e il Polo Sud. Tale retta, prolungata fino a incontrare la volta celeste, rappresenta l'asse attorno al quale ruota apparentemente tutta la sfera celeste (asse del mondo). I punti in cui l'asse del mondo incontra la sfera celeste si dicono Polo Nord e Polo Sud celesti.

Nel nostro emisfero (boreale) il Polo Nord celeste attualmente è indicato approssimativamente da una stella appartenente alla costellazione dell'Orsa Minore, nota appunto con il nome di Stella Polare.

Per la sua posizione, tale stella è l'unica che sembra star ferma in cielo mentre tutte le altre pare le girino attorno descrivendo dei circoli ciascuna alla propria distanza. Le stelle, infatti, non si trovano tutte alla medesima distanza dalla Terra e considerarle fissate a una sfera è soltanto un modo di rappresentare il cielo stellato che non crea alcuna difficoltà, in quanto le distanze sulla

Terra o all'interno del sistema solare sono infinitamente piccole a paragone di quelle stellari. Le stelle fisse forniscono, inoltre, un comodo sistema di riferimento per valutare i cambiamenti di posizione degli altri corpi celesti.

Benché sia ormai noto che la sfera celeste è soltanto pura apparenza, gli astronomi continuano a usarla come sistema di riferimento per determinare la posizione degli astri rispetto alla Terra. È quindi necessario fissare su di essa alcuni elementi di riferimento che sono la proiezione di quelli stessi usati per orientarsi sul nostro pianeta. Oltre ai poli celesti, sono elementi di riferimento: l'equatore celeste, i paralleli e i meridiani celesti, lo zenit e il nadir. È inoltre possibile tracciare idealmente sulla sfera celeste delle circonferenze massime passanti per lo zenit e il nadir. Tra gli innumerevoli circoli che si ottengono, detti circoli verticali in quanto perpendicolari al piano dell'orizzonte celeste, se ne possono individuare due: il circolo meridiano, che passa anche per i poli celesti, e il primo circolo verticale, perpendicolare a esso. I piani di questi due circoli intersecano quello dell'orizzonte in quattro punti notevoli situati all'estremità di una croce: i punti cardinali nord, sud, est e ovest.

Nel disegno sono raffigurati i principali elementi di riferimento sulla sfera celeste per un osservatore terrestre. Per ogni punto della Terra la congiungente zenit-nadir è indicata dalla direzione del filo a piombo. Supponendo di osservare l'orizzonte dallo zenit di un qualsiasi luogo, i punti cardinali si susseguono in senso orario secondo l'ordine: nord-est-sud-ovest.

## Emisfero Nord

## Zona equatoriale

## Emisfero Sud

## Zona equatoriale

**Determinare la posizione di un astro**

Gli antichi determinavano la posizione di una stella riferendosi all'orizzonte visivo del luogo in cui si trovava l'osservatore mediante due coordinate: l'altezza e l'azimut. Le coordinate orizzontali altezza e azimut vengono usate anche attualmente perché consentono una visualizzazione immediata, ma, poiché la posizione di una stella così determinata muta con il variare del luogo in cui si trova l'osservatore e, per uno stesso luogo, con l'istante dell'osservazione (a causa del moto della Terra la stella cambia continuamente posizione), non si prestano alla compilazione di cataloghi stellari. L'astronomia moderna, pertanto, preferisce ricorrere a un altro sistema di coordinate, indipendente dalla posizione dell'osservatore: le coordinate equatoriali, declinazione e ascensione retta, che sono la proiezione sulla volta celeste delle coordinate geografiche, latitudine e longitudine. In questo sistema si prendono come circonferenze di riferimento l'equatore celeste e il meridiano celeste fondamentale passante per il punto γ o punto d'Ariete. I meridiani ideali tracciati sulla sfera celeste sono 24, distano tra loro 15° e si contano a partire dal punto γ (corrispondente all'ora zero) da ovest verso est in senso antiorario. A ogni grado di arco equatoriale corrispondono 4 minuti primi di tempo. Le coordinate equatoriali sono invarianti (anche il punto γ, infatti, partecipa al moto di rotazione della sfera celeste) e vengono quindi usate per compilare i cataloghi astronomici. Poiché tuttavia, a causa della precessione degli equinozi, la posizione del punto γ (rispetto al quale si misura l'ascensione retta) varia nel tempo, è indispensabile precisare l'anno al quale le coordinate equatoriali si riferiscono.

**Sole, stelle, Luna e pianeti: i moti apparenti**

I fenomeni celesti che possiamo osservare ogni giorno avvengono oggi nella stessa maniera che al tempo degli antichi. È infatti possibile osservare a occhio nudo un certo numero di cicli e di cambiamenti che incuriosirono i primi scienziati:
- il cambiamento dell'altezza del Sole a mezzogiorno nelle varie stagioni;
- le fasi mensili della Luna;
- la lenta rotazione notturna della volta celeste.

Per tentare di spiegare la causa di questi fenomeni, analizziamo, come già fecero i greci, questi cicli celesti.

Per un osservatore situato sulla Terra il ciclo più importante è dato dall'alternarsi del giorno e della notte.

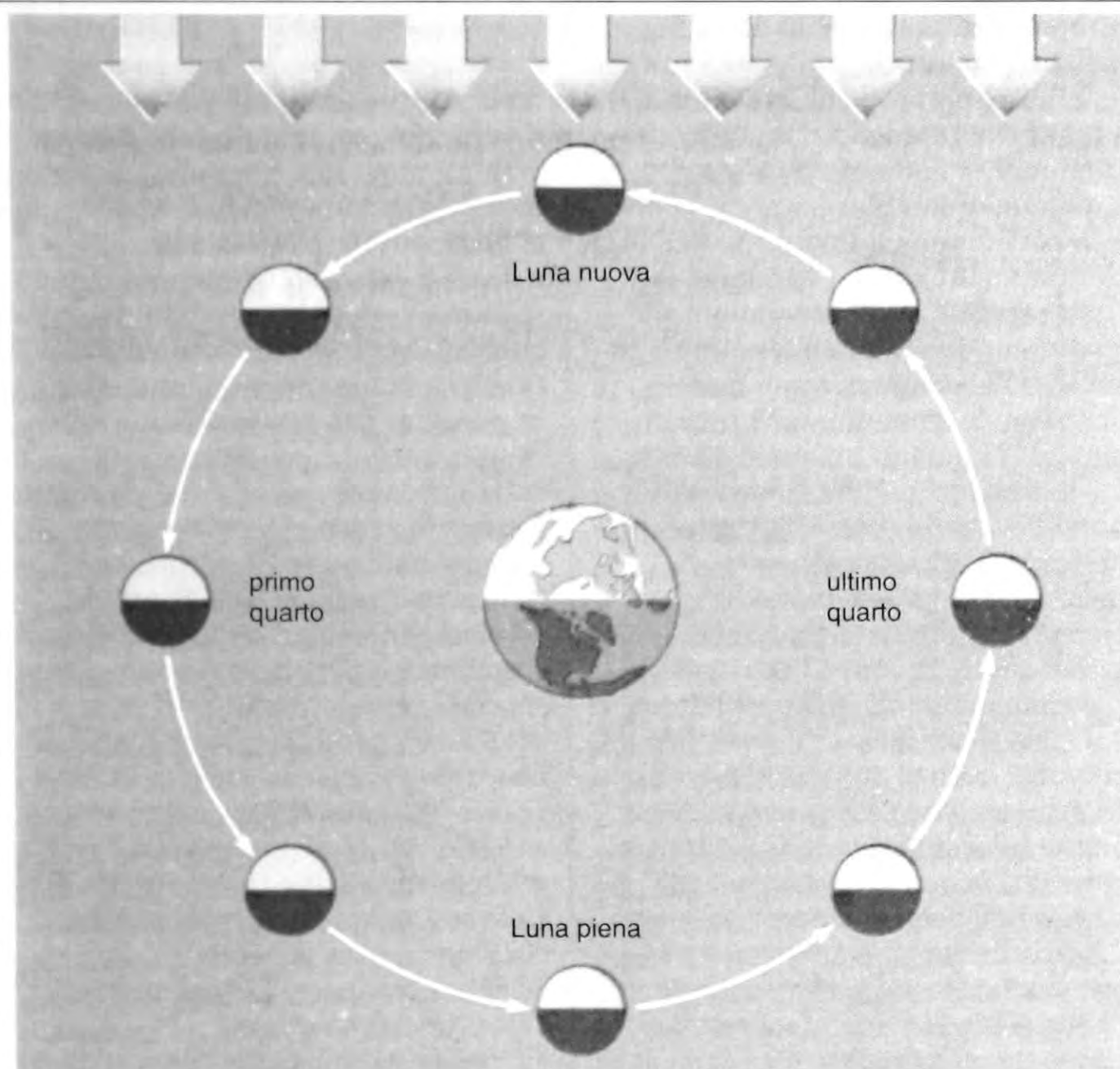
Nel corso delle varie stagioni è facile notare dei cambiamenti nel moto quotidiano del Sole: i punti di levata e di tramonto, la lunghezza dell'ombra proiettata a mezzogiorno dallo gnomone (indicatore di ombre) e il numero delle ore di luce variano da un giorno all'altro. Soltanto in due giorni dell'anno il Sole sorge e tramonta molto vicino all'est e all'ovest convenzionali dell'orizzonte; il giorno e la notte hanno la medesima durata (12 ore), da cui il nome di equinozio.

Nell'emisfero boreale, a partire dal 23 settembre, il Sole sorge e tramonta sempre più a sud, raggiunge a mezzogiorno un'altezza sempre minore descrivendo archi diurni

sempre meno ampi. Il 22 dicembre (solstizio d'inverno) è il giorno in cui vi è il minor numero di ore di luce e l'ombra proiettata dallo gnomone raggiunge la massima lunghezza a mezzogiorno.

A partire dall'equinozio di primavera (21 marzo), al contrario, il Sole sorge e tramonta sempre più a nord, raggiunge a mezzogiorno un'altezza sempre maggiore, descrivendo archi diurni sempre più ampi. Il 21 giugno (solstizio d'estate) è il giorno in cui si ha il maggior numero di ore di luce e l'ombra proiettata dallo gnomone a mezzogiorno ha la minima lunghezza. Dopo tale giorno, il Sole sembra tornare indietro lungo l'eclittica riavvicinandosi all'equatore celeste e il ciclo ricomincia. L'intero ciclo si svolge in circa 365 giorni e 1/4. Lo spostamento ciclico nord-sud dal punto di levata del Sole sull'orizzonte corrisponde pertanto al ciclo delle stagioni. Il ciclo delle stagioni, cioè l'intervallo tra un equinozio di primavera e il successivo, definisce l'anno solare, la cui durata esatta ha provocato numerose difficoltà dai tempi più antichi fino ai nostri giorni.

Anche le stelle presentano un analogo ciclo giornaliero: si alzano a oriente, raggiungono il punto più alto (culminazione), quindi scendono in basso a occidente. Alle nostre latitudini tuttavia, accanto a stelle che sorgono, culminano e tramontano (stelle occidue) descrivendo archi più o meno ampi, ne esistono altre che non scendono mai al disotto dell'orizzonte e si dicono stelle circumpolari. I cicli giornalieri delle stelle sono simili ma non identici a quello solare in quanto le semplici traiettorie circolari da esse descritte non presentano variazioni stagionali in altezza e non subiscono cambiamenti né durante l'anno né durante periodi più lunghi. Le stelle fisse inoltre costituiscono il sistema di riferimento con cui possiamo rilevare un altro moto apparente che il Sole compie spostandosi ogni giorno all'indietro (verso est) di circa 1° rispetto a esse, descrivendo in un anno sulla sfera celeste una traiettoria circolare (eclittica), inclinata di 23° 30′ sul piano dell'equatore celeste. Tale movimento può essere rilevato osservando nel corso dell'anno le costellazioni che all'alba e al tramonto si trovano vicino al Sole: non sono sempre le stesse ma cambiano con il trascorrere dei giorni. Gli antichi astronomi notarono facilmente alcune costellazioni che apparivano a est in successione subito prima del sorgere del Sole ed erano distribuite lungo una stretta fascia che avvolge la volta celeste (zodiaco). Il Sole, nel suo moto annuale apparente intorno alla Terra, si manteneva entro questa striscia di cielo sostando successivamente per circa un mese in ciascuna costellazione (costellazione zodiacale). Ciò, oltre a determinare approssimativamente la sua posizione sull'eclittica, consentiva anche di stabilire la stagione dell'anno: il moto annuale del Sole attraverso lo zodiaco sembrava quindi controllare il ciclo delle stagioni.

Oggi noi sappiamo che i movimenti apparenti del Sole e delle stelle sono una conseguenza dei moti della Terra: il moto giornaliero del Sole da est a ovest è una conseguenza della rotazione terrestre; quello annuale lungo l'eclittica è una conseguenza del movimento annuale che la Terra compie intorno al Sole; la diversa altezza del Sole a mezzogiorno nelle varie stagioni è una conseguenza, oltre che del moto annuo della Terra,

Lo schema illustra la successione delle fasi lunari.

dell'inclinazione dell'asse terrestre sul piano dell'eclittica.

Anche la Luna ha un moto giornaliero apparente da est a ovest. Inoltre essa presenta un movimento verso est rispetto alle stelle fisse analogo a quello del Sole ma molto più veloce. Infatti ogni notte sorge con circa 50 minuti di ritardo e presenta all'osservatore un aspetto diverso.

Quando la Luna si trova rispetto alla Terra nella stessa direzione del Sole (congiunzione), sorge e tramonta con esso e pertanto risulta a noi invisibile (luna nuova o novilunio). Durante i giorni successivi sorge sempre più tardi e, continuando nel suo moto verso est, si allontana sempre più dal Sole per cui, al tramonto, si rende visibile a occidente una parte di disco lunare via via maggiore (luna crescente). Dopo circa 14 giorni la Luna viene a trovarsi in direzione opposta al Sole (opposizione), per cui sorge a est quando il Sole tramonta e ci appare come un luminoso disco completo (luna piena o plenilunio). Durante i

giorni successivi sorge sempre più tardi e la parte luminosa del disco lunare si riduce progressivamente (luna calante) fino a scomparire.

L'intero ciclo lunare dura circa 29 giorni e mezzo: a un quarto e a tre quarti di tale ciclo il disco appare come se fosse diviso a metà (quadrature).

La traiettoria descritta dalla Luna rispetto all'eclittica solare appare spostata in direzione nord-sud di 5° 9'. Tale spostamento è la causa delle mancate eclissi che altrimenti si verificherebbero ogni 14 giorni. Le intersezioni fra l'eclittica solare e l'orbita della Luna si chiamano nodi.

A occhio nudo è possibile individuare, oltre al Sole e alla Luna, cinque corpi brillanti che si muovono in mezzo alle stelle; sono i pianeti Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno. Usando il telescopio ne sono stati scoperti in seguito altri tre: Urano, Nettuno e Plutone.

Mentre i primi cinque pianeti erano già noti agli antichi astronomi, molti secoli dovettero passare prima che fossero scoperti gli altri.

Tutti i pianeti, analogamente al Sole e alla Luna, sembrano sorgere ogni giorno a est e tramontare a ovest, e sembrano muoversi lentamente verso est sullo sfondo delle stelle. Questo moto verso est, tuttavia, a differenza di quello degli altri corpi celesti, avviene seguendo non delle orbite circolari bensì percorsi alquanto complessi (anomalia planetaria): in certi periodi sembrano interrompere il loro moto verso est sullo sfondo delle stelle (moto diretto), fermarsi per qualche giorno e ritornare verso ovest, descrivendo una traiettoria ad anello (moto verso ovest o moto retrogrado).

È interessante osservare che in queste complicate traiettorie si possono riscontrare alcune regolarità: l'inversione del moto avviene a intervalli regolari di tempo specifici per ciascun pianeta e la velocità di retrogradazione non è sempre uguale ma cambia a seconda della direzione del pianeta (anomalia zodiacale).

Rispetto al Sole e alla Terra i pianeti vengono distinti in interni (Mercurio e Venere) ed esterni (tutti gli altri).

In particolare, i pianeti interni possono presentare le seguenti configurazioni rispetto al Sole: congiunzione superiore, congiunzione inferiore; massima elongazione orientale; massima elongazione occidentale.

Il moto retrogrado di Venere e di Mercurio inizia dopo che i pianeti hanno raggiunto la massima elongazione orientale e sono visibili alla sera.

I pianeti esterni, che si muovono al di fuori dell'orbita terrestre, possono invece presentare le seguenti configurazioni: congiunzione, opposizione, quadratura.

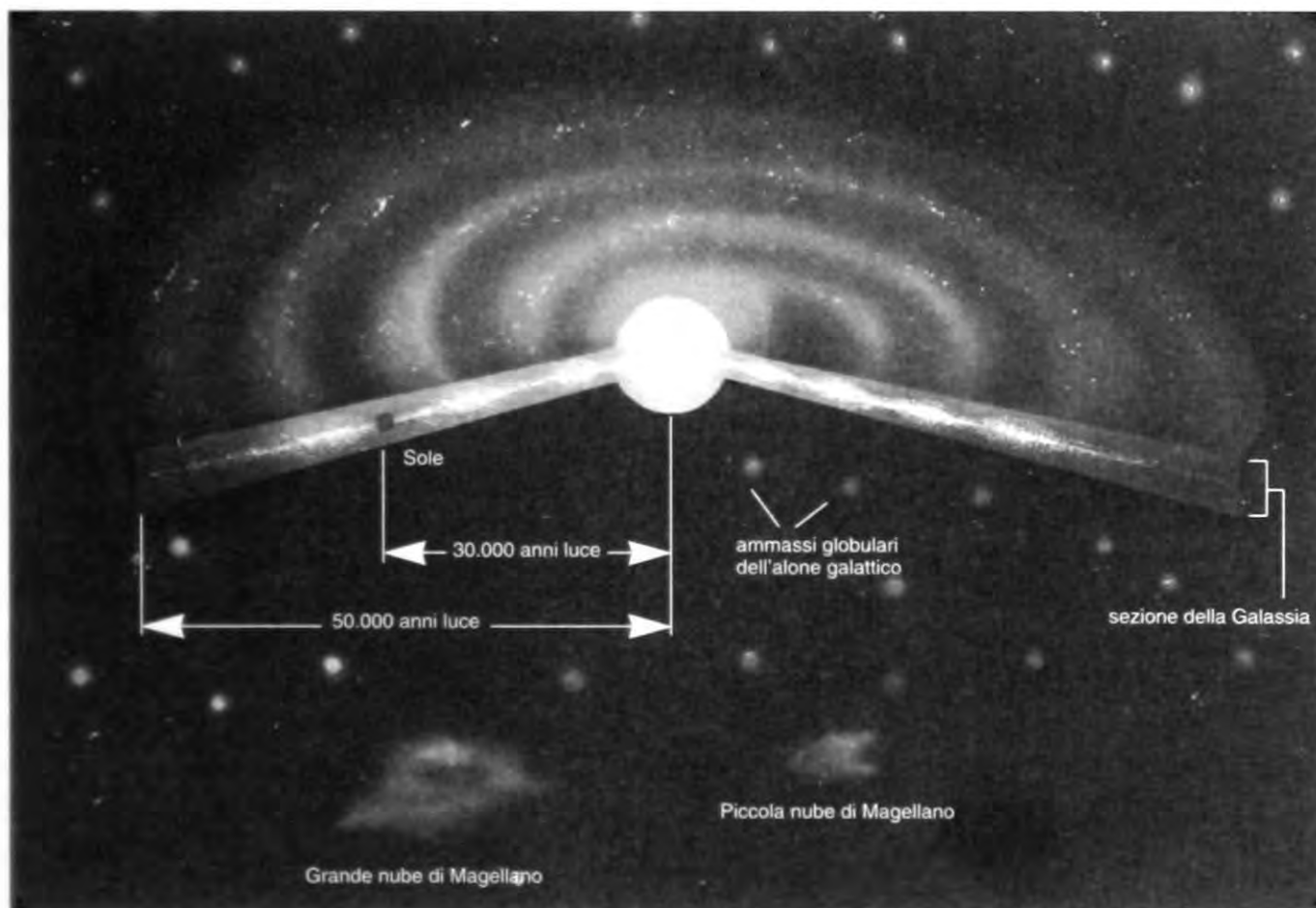
Il loro moto retrogrado avviene quando essi si trovano quasi all'opposizione (infatti in questo periodo la Terra, che ha un moto più veloce, supera il pianeta il cui moto è più lento).

Tutti i pianeti presentano all'osservatore notevoli variazioni di luminosità. In particolare per i pianeti esterni, la massima luminosità si verifica quando essi si trovano in opposizione mentre quelli interni, soprattutto Venere, divengono via via più luminosi man mano che si allontanano dal Sole. Le variazioni di luminosità di Mercurio sono poco apprezzabili in quanto, essendo questo pianeta molto vicino al Sole, appare sempre immerso in un chiarore diffuso.

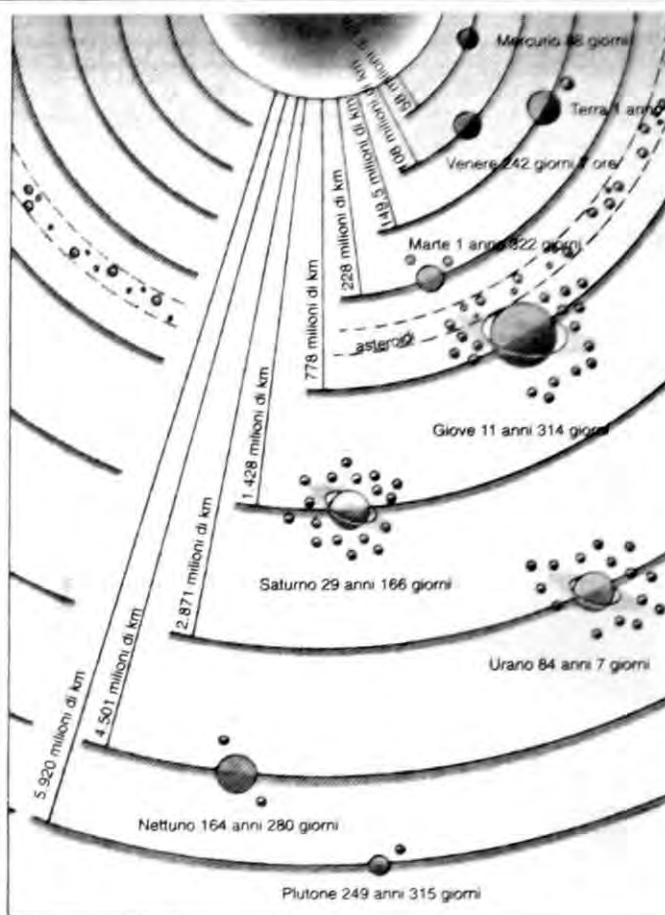
# Il sistema solare e la Via Lattea

*Pianeti, satelliti e asteroidi. Comete, meteore e meteoriti. Polvere e radiazioni, raggi cosmici e particelle.... Sono i corpi che formano il sistema solare nella Via Lattea.*

Il sistema solare è costituito da un insieme di corpi quali pianeti, satelliti, asteroidi, comete, meteore e meteoriti che ruotano intorno al Sole dal quale ricevono energia, principalmente sotto forma di luce e calore. Inoltre, lo spazio interplanetario non è vuoto ma contiene, oltre a una gran quantità di polvere e radiazioni, raggi cosmici e particelle (nuclei di idrogeno e di atomi più pesanti ed elettroni) che il Sole emette continuamente.

Il Sole è una piccola stella gialla che brilla solitaria irradiando la sua debole luce nell'immenso spazio che la circonda. Essa ci appare grande e splendente perché è la stella a noi più vicina: dista infatti dalla Terra soltanto 150 milioni di km circa. Tale valore, denominato unità astronomica, è molto piccolo se

La Galassia o Via Lattea raffigurata in uno spaccato prospettico. Sono visibili l'alone galattico e la posizione del Sole.

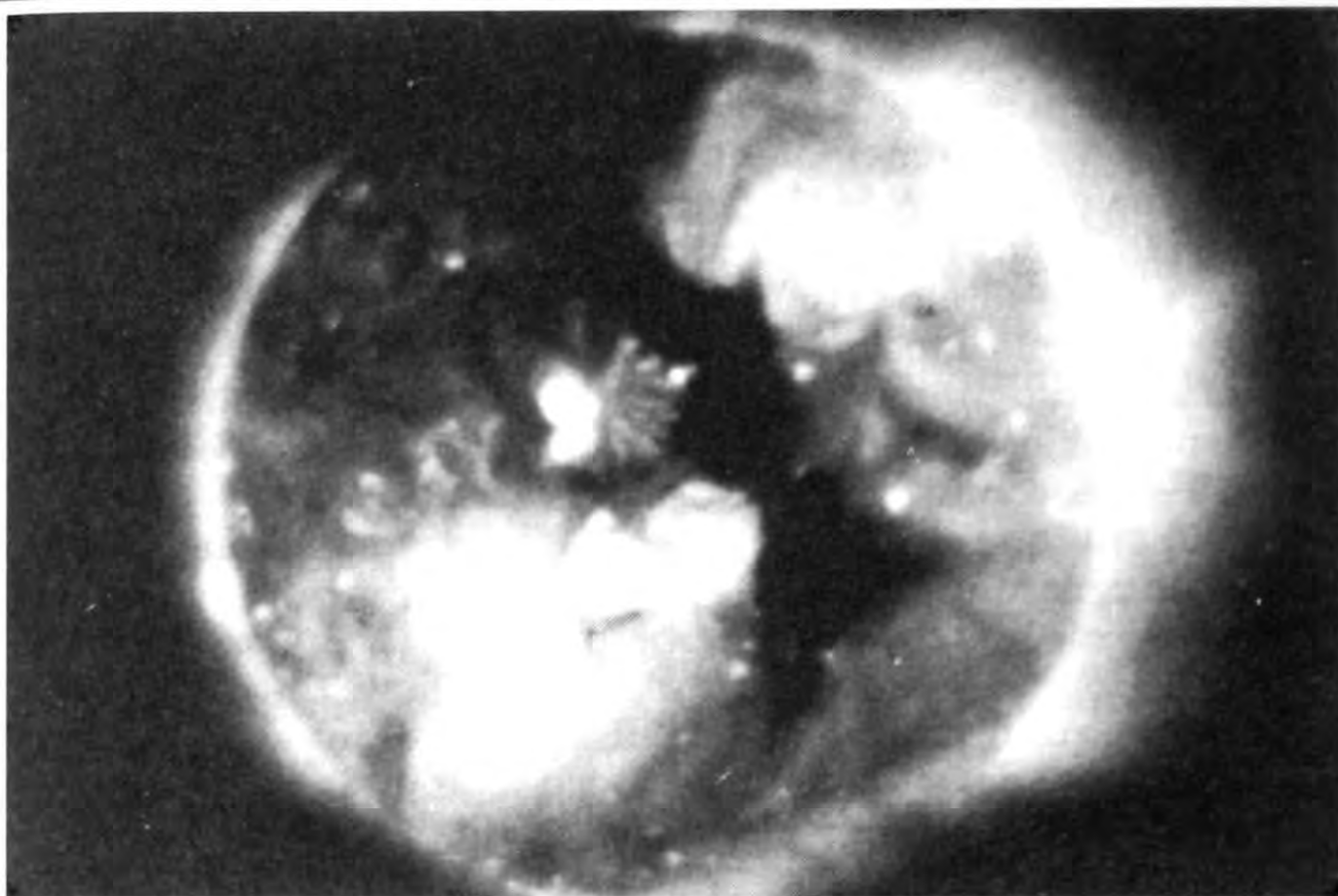
paragonato alla distanza delle stelle e viene usato esclusivamente per misurare le distanze dei corpi celesti appartenenti al sistema solare. Per le distanze stellari si ricorre invece a una unità di misura più grande: l'anno luce. Infatti, delle stelle a noi giunge soltanto la luce. Se la stella è molto distante, la luce che essa emette, nonostante la sua straordinaria velocità, può impiegare vari anni per raggiungere la Terra. Ciò significa che, nel frattempo, la stella potrebbe essere anche già scomparsa ma noi continueremmo a vederla brillare. Viceversa in un punto del cielo, che ci appare oscuro, potrebbero essere già nate molte altre stelle la cui luce non ci ha ancora raggiunto. La luce del Sole impiega circa 8 minuti primi per arrivare sulla Terra mentre le occorrono ben 6 ore per raggiungere Plutone, il più lontano pianeta del sistema solare, la cui distanza massima dal Sole è 7375 milioni di km. Anche le dimensioni del sistema solare, che appaiono enormi se misurate su scala terrestre, si rivelano ben poca cosa se paragonate ad altre grandezze astronomiche.

Il sistema solare appartiene alla Galassia o Via Lattea, un enorme sistema a spirale appiattita. Vista dall'alto, la nostra Galassia ci apparirebbe come un enorme disco con un addensamento centrale, circondato da braccia avvolte in fini giri concentrici; vista di profilo avrebbe invece la forma di una lente biconvessa. Il suo disco non è molto esteso: misura da una estremità all'altra circa 100.000 anni luce e il Sole, insieme a tutti i corpi del sistema solare, è situato sul suo piano equatoriale alla distanza di circa 30.000 anni luce dal centro. Il disco contiene una condensazione centrale

Rappresentazione schematica del sistema solare.

osservabile nella direzione della costellazione del Sagittario, il nucleo galattico, in cui sono concentrate le stelle più vecchie e i bracci a spirale, che si originano dal nucleo. In essi la materia interstellare è ancora molto abbondante e nascono continuamente nuove stelle. Intorno al disco, e fino a grande distanza, si estende l'alone galattico formato dagli ammassi globulari (grandi ammassi di stelle che si sono formate quando ha avuto origine la Galassia) distribuiti sfericamente intorno al disco e con pochissima materia interstellare. La nostra Galassia si muove intorno al suo centro come una grande ruota e con essa ruotano a velocità diverse, a seconda delle distanze dal centro, la polvere, i gas e i 300 miliardi di stelle che la compongono. Il Sole, per esempio, impiega circa 250 milioni di anni per compiere un giro completo.

# Una stella chiamata Sole

*Globo incandescente e immenso, il Sole regna sovrano facendo risplendere con la propria luce pianeti e satelliti. Il Sole è la nostra stella, l'astro dal quale dipende ogni forma di vita.*

Il Sole è senza dubbio l'oggetto dell'Universo più importante per l'uomo in quanto da esso dipendono ogni forma di vita sulla Terra e qualsiasi altro tipo di vita che possa essersi sviluppata altrove nel sistema solare. Osservato da Terra a occhio nudo, il Sole ci appare come una sfera dalle dimensioni finite: il suo diametro apparente è di 32′ d'arco. In realtà questa stella, l'unica di cui possiamo osservare i particolari della superficie, non ci appare puntiforme, nonostante la grande lontananza dalla Terra, perché è un'enorme sfera incandescente, il cui diametro effettivo misura 1.393.000 km (oltre il triplo della distanza Terra-Luna). La sua massa ha un valore di $2 \cdot 10^{33}$ grammi, equivalenti a 330.000 volte la massa della Terra. La sua densità media invece è soltanto di 1,41 g/cm$^3$, cioè circa un quarto di quella della Terra. Poiché tuttavia la materia solare non ha una distribuzione uniforme, anche la densità presenta valori diversi: la superficie visibile, o fotosfera, ha una densità molto bassa, pari a circa 10 milionesimi di quella dell'acqua; il nucleo centrale, invece, ha una densità circa 10 volte quella del piombo. Il Sole è quindi un globo immenso, con raggio pari a 109 raggi terrestri, una superficie e un volume corrispondenti rispettivamente a 11.918 e 1.301.000 volte quelli della Terra, ma estremamente rarefatti. L'accelerazione di gravità sulla sua superficie è circa 28 volte quella della Terra. Utilizzando i metodi della fisica, gli astronomi hanno potuto stabilire che la temperatura della sua superficie è di circa 6000 K mentre quella del nucleo raggiunge i 15.000.000 K. L'energia liberata dal Sole in un secondo ha un valore enorme, $3{,}9 \cdot 10^{33}$ erg,

Il Sole fotografato ai raggi X dallo *Skylab*: le zone più luminose e chiare della corona solare sono quelle in cui è più intensa l'emissione di raggi X, mentre quelle scure – buchi coronali – sono più stabili, hanno un basso campo magnetico ed emettono grandi quantità di particelle ionizzate.

corrispondente a quella prodotta da $4 \cdot 10^{17}$ grandi centrali elettriche. Soltanto una minuscola frazione di questa energia viene intercettata dalla Terra e trasformata in calore (costante solare). Essa è tuttavia sufficiente a riscaldare l'intero pianeta e a mantenervi la vita.

Lo strumento più efficace per studiare la superficie visibile del Sole è lo spettrografo. Le semplici fotografie mostrano pochi dettagli e non forniscono informazioni sulla sua struttura fisica e composizione chimica. Comunque, a causa dell'atmosfera terrestre che funge da schermo, di tutte le radiazioni elettromagnetiche emesse dal Sole, soltanto la luce, le onde radio, i raggi ultravioletti e infrarossi raggiungono la Terra. Le informazioni raccolte sulla Terra ci danno quindi soltanto una visione parziale del Sole.

Nel Sole si distinguono: un nucleo interno (dove avvengono le reazioni nucleari di fusione che forniscono l'energia solare) non visibile in quanto non ci invia direttamente la luce, e un'atmosfera esterna da cui provengono radiazioni di ogni lunghezza d'onda e che può essere analizzata dettagliatamente.

L'atmosfera solare viene suddivisa, dall'interno verso l'esterno, in tre distinte regioni: la fotosfera, la cromosfera, la corona solare. Tale distinzione non è però netta in quanto il passaggio da una regione all'altra avviene con molta gradualità.

La fotosfera è quella parte del Sole visibile a occhio nudo o con normali telescopi. È la regione da cui proviene la maggior parte della radiazione solare e in particolare la luce. Si presenta

come un disco più luminoso al centro che ai bordi. Ha uno spessore di poche centinaia di chilometri e presenta un aspetto maculato e granuloso (granulazione). Al telescopio la fotosfera si rivela formata da tanti punti irregolari più o meno brillanti (granuli brillanti o grani di riso) intervallati da zone oscure granulari. I singoli granuli possono misurare anche 500-1000 km di diametro, hanno un aspetto circolare o poligonale e durano al massimo 8-9 minuti; rappresentano la sommità delle celle convettive, ossia delle colonne di gas caldo e luminoso che salgono verso la superficie, mentre gli spazi intergranulari, meno brillanti, sono costituiti dai gas raffreddati che ridiscendono in profondità.

Immediatamente al disopra della fotosfera si trova uno strato della cromosfera, così chiamata perché durante le eclissi totali di Sole appare come una sottile lama dal colore rossastro (dovuto all'emissione degli atomi di idrogeno nella zona rossa dello spettro). La cromosfera ha uno spessore di soli 8000 km e nella parte superiore di transizione con la corona solare lo stato della materia cambia notevolmente: la densità diminuisce rapidamente mentre la temperatura comincia bruscamente a salire. Essa è ben visibile durante le eclissi totali o con speciali strumenti e si presenta composta da un gran numero di getti di gas (spicole) aventi uno spessore medio di 800 km che salgono velocemente a 6000 km di altezza per scomparire successivamente in pochi minuti. La cromosfera, come la fotosfera, presenta un aspetto tormentato e ricco di innumerevoli strutture: le facole, i brillamenti, le protuberanze.

La corona solare è lo strato più esterno del Sole. A causa della sua bassa luminosità, è osservabile soltanto durante le eclissi o con il coronografo. Non ha limiti precisi ma si estende estremamente rarefatta oltre l'orbita terrestre per qualche milione di chilometri nello spazio interplanetario. È caratterizzata da una temperatura elevatissima (diverse centinaia di migliaia di gradi). A causa di tali temperature, la corona emette raggi X con intensità molto elevata per cui diventa assai interessante studiarla in questa regione spettrale, in cui essa presenta regioni brillanti e regioni oscure: i buchi coronali, scoperti di recente, vere voragini fredde da cui fuoriesce il vento solare.

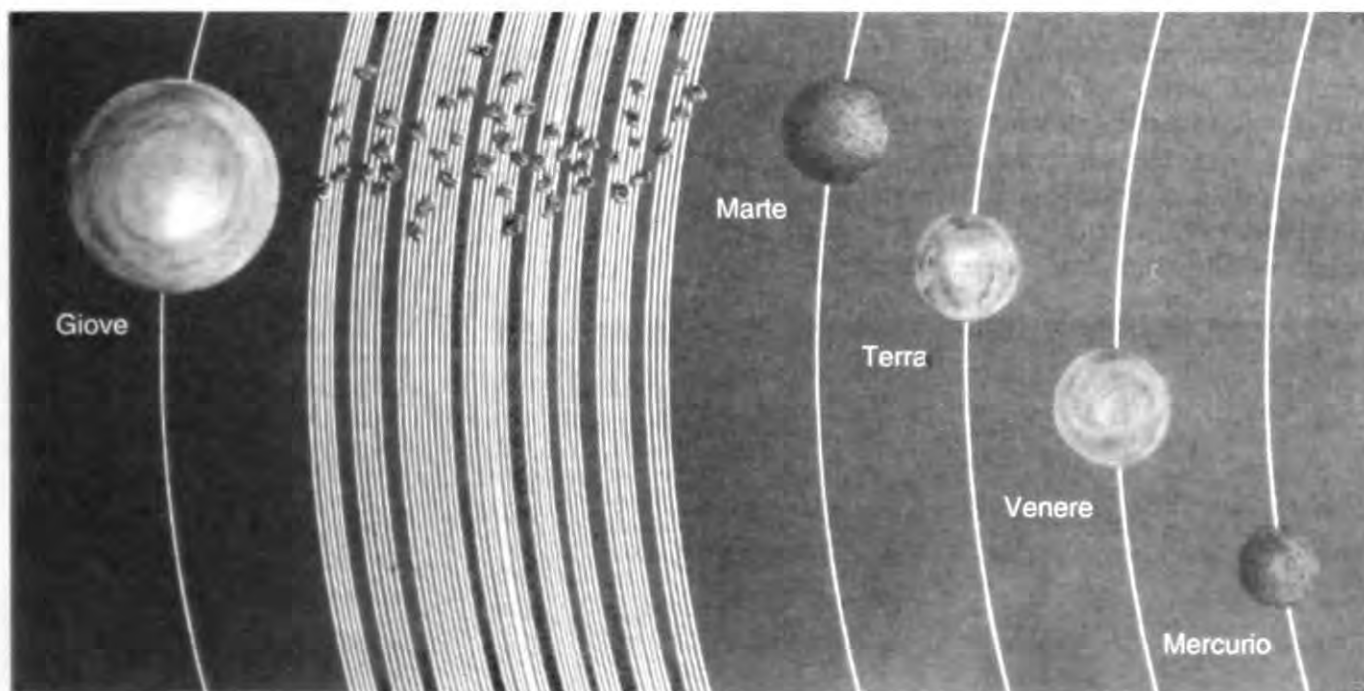
**Le caratteristiche generali del Sole**

| | |
|---|---|
| Distanza dalla Terra | 149,6 milioni di km |
| Raggio medio | 696.000 km |
| Raggio (Terra = 1) | 109,25 |
| Massa (Terra = 1) | 329.390 |
| Densità media (acqua = 1) | 1,41 |
| Densità media (Terra = 1) | 0,25 |
| Densità del nucleo (acqua = 1) | circa 150 |
| Temperatura superficiale | 6000 K |
| Temperatura del nucleo | 15 milioni di K |
| Gravità superficiale (Terra = 1) | 27,9 |
| Periodo di rotazione equatoriale | 25 giorni |
| Periodo rotazione polare | 40 giorni |
| Periodo di rotazione galattica | 230 milioni di anni |

# Piccoli, grandi pianeti

*Mercurio il lunare,*
*Venere lo splendente,*
*Marte il terrestre,*
*Giove lo stellare,*
*Saturno il gigante,*
*Urano il piccolo,*
*Nettuno il gemello,*
*Plutone lo sconosciuto...*
*Questi i pianeti che formano la famiglia del Sole.*

## Un campione dell'universo

Il Sole è il centro di attrazione dell'enorme numero di corpi celesti che costituiscono il sistema solare, uno dei tanti sistemi che compongono la Via Lattea. Il sistema solare rappresenta un campione estremamente piccolo ma straordinariamente importante di universo. La materia galattica che lo costituisce è concentrata quasi completamente (più del 99‰) nel Sole il cui centro è anche il centro di gravità di tutto il sistema. Volendo avere una visione di insieme del sistema solare dobbiamo immaginare di poterlo guardare dall'alto, alcuni milioni di chilometri al disopra del piano dell'eclittica. Ci appare subito evidente che i pianeti si muovono intorno al Sole percorrendo orbite che giacciono quasi tutte sullo stesso piano, a eccezione di Plutone, il pianeta più esterno, la cui orbita è inclinata di 17° rispetto all'eclittica.

Il disegno mostra la parte del sistema solare compresa tra il Sole e Giove. Tra Marte e Giove è ben visibile la cintura degli asteroidi. Questi piccoli corpi rocciosi occupano una fascia molto ampia ma sono distribuiti uniformemente. Tra un gruppo e l'altro si notano, infatti, sette zone vuote.

A seconda della loro distanza dal Sole, si possono dividere in due gruppi:
- *i pianeti terrestri*: Mercurio, Venere, Terra, Marte, più vicini al Sole e con caratteristiche comuni (simili a quelle della Terra), e cioè dimensioni relativamente piccole, elevata densità media, compattezza e presenza di una superficie solida;
- *i pianeti giganti* o *gioviani*: Giove, Saturno, Urano, Nettuno, molto lontani dal Sole, di grandi dimensioni, poco densi e privi di crosta superficiale. Sono, in pratica, enormi sfere gassose con composizione simile al Sole.

Plutone, il più esterno e distante, ha all'incirca le stesse dimensioni di Mercurio ma le sue caratteristiche fisiche sono ancora poco conosciute per poterlo classificare con sicurezza. I due gruppi di pianeti ci appaiono fisicamente separati tra di loro dalla fascia degli asteroidi, una zona del sistema solare popolata da decine di migliaia di corpi celesti di differenti dimensioni: alcuni, come Cerere, Pallade, Vesta e Giunone hanno un raggio di qualche centinaio di chilometri, ma la maggior parte di essi ha un raggio che non supera i 500 m. Gli asteroidi ruotano intorno al Sole e la loro origine è ancora poco chiara: un tempo si riteneva che fossero frammenti di un pianeta esploso, mentre attualmente si è più propensi a credere che siano detriti di un pianeta che non ha potuto formarsi a causa dell'enorme forza gravitazionale esercitata dal pianeta Giove.

Si potranno ottenere maggiori informazioni su questi oggetti quando saranno stati portati a termine i vari programmi di esplorazione ravvicinata degli asteroidi previsti dalle agenzie spaziali dei paesi attivi nella ricerca di base. Gli USA avevano in progetto la realizzazione della missione CRAF (*Comet Rendez-vous Asteroid Fly-by*, incontro con una cometa e sorvolo di un asteroide). Entro la prima metà degli anni Novanta, il *Mariner Mark II*, dopo aver sorvolato la zona degli asteroidi trasmettendo preziose informazioni ravvicinate su di essi, si avvicinerà a una cometa orbitandole attorno per un tempo piuttosto lungo.

È inoltre previsto che ciascuna delle sonde (per esempio la *Galileo* e la *Cassini*) dirette verso i pianeti giganti sorvolino un asteroide durante l'attraversamento della fascia asteroidale. Anche la CSI, in collaborazione con le principali agenzie spaziali europee, aveva in programma la missione VESTA, che prevedeva il lancio di due sonde, composte ognuna da due moduli, uno dei quali destinato a posarsi sul suolo di Marte e l'altro a raggiungere la fascia degli asteroidi per sorvolarne il maggior numero possibile effettuando rilievi ravvicinati.

Il grande interesse per asteroidi e comete risponde a un duplice scopo: completare l'esplorazione dello spazio immediatamente vicino alla Terra e raccogliere informazioni su queste due popolazioni di oggetti che, essendo composte da milioni di individui, si prestano all'applicazione di metodi d'indagine statistica. Con questa ricerca sugli asteroidi e sulle comete, gli oggetti più primitivi e meno evoluti del sistema solare, gli scienziati sperano di aumentare le loro conoscenze sullo stato originario della materia da cui si sono formati i pianeti e sui processi che hanno guidato la formazione del sistema solare.

Caratteristiche generali dei pianeti del sistema solare

| | MERCURIO | VENERE | TERRA | MARTE |
|---|---|---|---|---|
| Dist. media dal Sole in milioni di km e in U.A. | 58<br>0,387 | 108<br>0,723 | 149,5<br>1 | 228<br>1,524 |
| Periodo di rivoluzione | 88 gg | 224,7 gg | 365,26 gg | 687 gg |
| Periodo di rotazione | 59 gg | -243 gg | 23h 56m 4s | 24h 37m 23s |
| Inclinazione dell'asse rispetto all'orbita | <28° | 3° | 23° 27′ | 23° 59′ |
| Inclinazione dell'orbita rispetto all'eclittica | 7° | 3,4° | 0° | 1,9° |
| Eccentricità orbitale | 0,206 | 0,007 | 0,017 | 0,093 |
| Diametro equatoriale (km) | 4880 | 12.104 | 12.756 | 6787 |
| Schiacciamento ai poli | 0 | 0 | 0,003 | 0,009 |
| Massa (Terra = 1) | 0,055 | 0,815 | 1 | 0,108 |
| Volume (Terra = 1) | 0,06 | 0,88 | 1 | 0,15 |
| Densità (acqua = 1) | 5,4 | 5,2 | 5,5 | 3,9 |
| Gravità superficiale (Terra = 1) | 0,37 | 0,88 | 1 | 0,38 |
| Potere riflettente (albedo in %) | 0,055 | 0,7 | 0,39 | 0,15 |
| Componenti principali dell'atmosfera | - | $CO_2$ | N, O | $CO_2$ |
| Temperatura media °C (suolo e atmosfera) | 350 su.<br>-170 su. | -33 at.<br>480 su. | 22 su. | -23 su. |
| Pressione atmosferica alla superficie (Terra = 1) | meno di 1/1000 | 90 | 1 | 0,006 |
| Satelliti noti | 0 | 0 | 1 | 2 |

| GIOVE | SATURNO | URANO | NETTUNO | PLUTONE |
|---|---|---|---|---|
| 778<br>5,203 | 1428<br>9,539 | 2871<br>19,18 | 4501<br>30,06 | 5920<br>39,44 |
| 11,86 aa | 29,46 aa | 84,02 aa | 164,8 aa | 247,7 aa |
| 9h 50m 30s | 10h 14m | –10h 49m | 16h | 6gg 9h |
| 3° 5′ | 26° 44′ | 82° 5′ | 28° 48′ | – |
| 1,3° | 2,5° | 0,8° | 1,8° | 17,2° |
| 0,048 | 0,056 | 0,047 | 0,009 | 0,25 |
| 142.800 | 120.800 | 51.800 | 49.500 | 3000 |
| 0,06 | 0,1 | 0,06 | 0,02 | – |
| 317,9 | 95,2 | 14,6 | 17,2 | 0,002 |
| 1316 | 755 | 67 | 57 | 0,02 |
| 1,3 | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 0,7 |
| 2,64 | 1,15 | 1,17 | 1,18 | – |
| 0,41 | 0,42 | 0,50 | 0,54 | 0,16 |
| H, He | H, He | H, He, $CH_4$ | H, He, $CH_4$ | – |
| –150 at. | –180 at. | –210 at. | –220 at. | –230 at. |
| – | – | – | – | – |
| 16 | 17 | 15 | 2 | 1 |

**I pianeti a confronto**

Dal nostro immaginario osservatorio vedremmo tutti i pianeti accompagnati dai loro satelliti muoversi intorno al Sole compiendo la loro rivoluzione in perfetto accordo con le leggi di Keplero: i più vicini più velocemente; quelli più lontani sempre più lentamente. Le loro orbite, tranne che per Mercurio e Plutone, sono delle ellissi assai prossime a circonferenze, ed essi le percorrono in senso antiorario o diretto. Oltre che intorno al Sole, ciascun pianeta ruota intorno al proprio asse (moto di rotazione) con velocità diversa: più lentamente se appartiene al gruppo dei pianeti terrestri, molto più velocemente se appartiene a quello dei pianeti gioviani.

Per tutti i pianeti, tranne due, la rotazione avviene in senso antiorario come la rivoluzione. Venere e Urano hanno infatti rotazione retrograda o inversa in quanto ruotano su se stessi in senso orario, cioè in senso opposto rispetto al loro moto di rivoluzione. Tra i pianeti terrestri e quelli gioviani esistono differenze di composizione chimica: nei primi prevalgono i silicati e gli elementi pesanti; negli altri l'idrogeno e gli elementi leggeri. L'analisi spettroscopica ci ha rivelato che anche la composizione chimica delle loro atmosfere è diversa: in quelle dei pianeti terrestri prevalgono azoto, ossigeno e biossido di carbonio; quelle dei pianeti gioviani sono invece ricche di idrogeno, elio, ammoniaca e metano. Tra i due gruppi esistono differenze anche riguardo al numero dei satelliti orbitanti intorno ai vari pianeti: quelli terrestri hanno pochi o nessun satellite; quelli giovani ne hanno molti. Queste significative differenze assumono particolare importanza ogni qualvolta si voglia formulare una teoria sull'origine del sistema solare. In base a esse infatti è difficile ipotizzare che tutti i pianeti si siano formati con un medesimo processo.

**I pianeti terrestri**

Mercurio, Venere e Marte, oltre naturalmente la Terra, sono i pianeti che si incontrano per primi partendo dal Sole e di cui possediamo il maggior numero di informazioni grazie alle numerose esplorazioni compiute con sonde e veicoli spaziali negli ultimi tre decenni. Formano un gruppo di corpi omogenei, con densità quasi uguale, dimensioni abbastanza vicine e massa compresa fra il valore massimo della Terra e quello minimo di Mercurio (circa 16 volte inferiore). La differente distanza dal Sole e la diversa atmosfera di ognuno di essi ne determinano caratteristiche proprie e peculiari.

**Mercurio**

È il pianeta più vicino al Sole, ma è anche il più difficile da osservare dalla Terra perché, avendo una elongazione massima rispetto al Sole di 28°, non è mai visibile in piena notte ma soltanto poco prima dell'alba o poco dopo il tramonto quando la luce solare disturba notevolmente le osservazioni. Noto fin dall'antichità, questo pianeta venne riscoperto il 29 marzo 1974, quando la sonda spaziale *Mariner 10* passò ad appena 720 km dalla sua superficie. Durante questo e altri due incontri ravvicinati vennero scattate e inviate a terra oltre 6000 fotografie. La sua superficie, fino a quel momento sconosciuta, si rivelò

molto simile a quella della Luna: ricca di crateri e montagne ma con mari meno estesi (il più grande è il Mare Caloris con 1400 km di diametro, circondato da un anello di montagne alte fino a 2000 m). Questi crateri sono dovuti principalmente all'impatto con i meteoriti che in un certo periodo della vita del sistema solare bombardarono tutti i pianeti compresa la Terra, modificando profondamente l'aspetto della loro superficie. Si sono conservati pressoché inalterati per l'assenza di erosione, a differenza di quanto è avvenuto sulla Terra.

Mercurio è privo di acqua e ha una atmosfera così rarefatta (oltre 1000 volte più tenue di quella terrestre) da non essere in grado di trattenere il calore solare. La quasi totale assenza di atmosfera è una conseguenza non solo delle piccole dimensioni del pianeta ma soprattutto della sua vicinanza al Sole. Infatti, la pur ridotta gravità di Mercurio (circa un terzo di quella terrestre) sarebbe stata sufficiente a trattenere i gas che, espulsi dall'interno del pianeta attraverso le eruzioni dei vulcani primitivi, formarono la sua atmosfera, se l'intenso calore solare dovuto all'estrema vicinanza al Sole non li avesse scaldati a un punto tale da farli sfuggire rapidamente. Mercurio ruota intorno al Sole in 88 giorni e intorno al proprio asse in 59 giorni, cioè in circa due terzi del periodo di rivoluzione, per cui ogni punto della sua superficie rimane illuminato per 88 giorni e per altrettanti è in ombra. La lunga durata del suo giorno, pari a 176 giorni terrestri, fa salire enormemente la temperatura dell'emisfero rivolto al Sole (350 °C), mentre la fa crollare a valori bassissimi nell'emisfero buio (–170 °C).

La sonda *Mariner 10*, grazie alla sua sensibilissima strumentazione, ha permesso di accertare l'esistenza di un campo magnetico intorno al pianeta e misurarne l'intensità che è circa 1/100 di quella terrestre.

L'origine di questo campo magnetico, dipolare e allineato approssimativamente con l'asse di rotazione, non è ancora nota. Probabilmente esso è collegato con il nucleo del pianeta che è costituito da un'enorme massa di ferro a cui forse si associa lo zolfo, con spessore notevolmente superiore a quello del mantello, una sottile "buccia"

La tormentata superficie di Mercurio in una nitida fotografia scattata dal *Mariner 10*. I numerosi crateri sono i segni di un pesante bombardamento meteoritico subito dal pianeta che ne ha reso l'aspetto simile a quello della Luna.

rocciosa, e a quello della crosta, ancora più trascurabile. Mercurio, nonostante abbia una massa che è appena il 5% di quella terrestre, ha una densità quasi uguale a quella della Terra (5,5 rispetto all'acqua).

**Venere**

È il secondo pianeta che si incontra allontanandosi dal Sole. Poiché è un pianeta interno e descrive una traiettoria più grande di quella di Mercurio, è più facilmente osservabile. Tuttavia, avendo elongazione massima dal Sole di 48°, è visibile soltanto al tramonto come splendente stella della sera e all'alba (stella del mattino). Come la Luna, presenta le fasi, scoperte da Galileo nel 1610. La sua superficie, rimasta sempre invisibile a causa della densissima atmosfera costituita prevalentemente da diossido di carbonio (95%), da azoto, acido solforico e argo che circonda il pianeta, fu fotografata soltanto a partire dal 1975 dalle sonde sganciate sul pianeta dai veicoli spaziali *Venus 9* e *Venus 10*. Un'altra sonda, sganciata nel dicembre 1978, ha continuato a funzionare fino al 1981 inviando a Terra un gran numero di informazioni che, opportunamente interpretate dagli scienziati, hanno permesso di ampliare le nostre conoscenze su questo pianeta fornendoci particolari della superficie dell'ordine di 100 m. Venere ha vaste pianure, altopiani e montagne più alte di quelle terrestri, fosse e avvallamenti profondi, vulcani e un suolo roccioso craterizzato, sul quale cade talvolta dalle dense nubi una specie di pioggia formata da gocce di acido solforico.

Una temperatura sempre molto elevata (circa 500 °C), una pressione circa 90 volte superiore a quella terrestre, nubi roventi che si spostano a 400 km/h e un nevischio sulfureo rendono apocalittico l'ambiente venusiano. Venere ruota in senso retrogrado con un periodo di 243 giorni terrestri (più lungo di quello della rivoluzione che è di 224,7 giorni), mentre la sua atmosfera, sospinta da fortissimi venti, compie una rotazione rapidissima impiegando soltanto 4 giorni. Sotto il fittissimo strato di nubi, il pianeta ha una struttura simile a quella della Terra: un nucleo di ferro e nichel avvolto da un mantello di silicati e da una crosta rocciosa.

Il radar della sonda americana *Pioneer Venus 1* ha effettuato misure gravimetriche dalle quali risulta che il pianeta ha parecchi continenti che si elevano per circa 2000 m sul livello della superficie e che tali continenti galleggiano come iceberg su di un substrato più denso al pari delle zolle crostali terrestri. Ciò ha indotto gli scienziati a formulare l'ipotesi che Venere sia geologicamente simile alla Terra. Tuttavia, si ritiene che i movimenti tettonici che hanno interessato il pianeta non siano paragonabili a quelli terrestri. Anche la distribuzione e la quantità della leggera crosta continentale appare molto diversa da quella che si ritrova sulla Terra. Il pianeta Venere non presenta un campo magnetico né acqua allo stato liquido. Venere assomiglia alla Terra per grandezza e densità, ma la sua somiglianza termina qui.

Anche se i due pianeti hanno avuto un'origine simile, l'evoluzione successiva li ha infatti profondamente differenziati. A prima vista Venere sembra corrispondere allo stato

Così appare Venere in una fotografia all'ultravioletto scattata dal *Mariner 10* nel 1974.

giovanile della Terra, quando (oltre 3 miliardi di anni fa) anche l'atmosfera terrestre era ricca di diossido di carbonio e di altri gas dai quali, secondo gli scienziati, si sarebbero sviluppate le prime rudimentali forme di vita. Venere potrebbe peraltro rappresentare l'aspetto futuro della Terra. Infatti l'altissima temperatura che vi si incontra è dovuta in gran parte all'effetto serra prodotto dal diossido di carbonio che, essendo trasparente alla luce solare ma opaco alla radiazione infrarossa, non lascia sfuggire il calore riemesso dalle rocce. Da circa cento anni il diossido di carbonio presente nell'atmosfera terrestre è in costante aumento, sia per l'enorme consumo di combustibili fossili, sia per la continua distruzione delle foreste a causa del disboscamento e delle piogge acide. Gli scienziati hanno calcolato che l'effetto serra si innesca quando la percentuale di diossido di carbonio presente nell'atmosfera è tra le 800 e le 1000 parti per milione. Attualmente sono già state superate le 300 parti per milione e si prevede che, se non si adotteranno misure drastiche, nel 2000 verranno raggiunte le 500 parti per milione. L'effetto serra potrebbe quindi innescarsi fra breve tempo anche sulla Terra con disastrose conseguenze: fusione delle calotte polari, cospicuo innalzamento del livello del mare, graduale distruzione di molte specie viventi.

## Marte

Superato il pianeta Terra, del quale si parlerà diffusamente in seguito, si incontra l'ultimo dei pianeti terrestri: Marte, che più di ogni altro ha attratto l'attenzione e l'interesse dell'uomo. I primi studi sistematici di questo pianeta risalgono al XVII secolo e si devono principalmente all'astronomo italiano Giandomenico Cassini, fondatore dell'Osservatorio astronomico di Parigi. Oltre a determinare il periodo di rotazione del pianeta e la sua distanza dalla Terra, Cassini attribuì la variazione di estensione delle zone di colore bianco visibili ai due poli (interpretati come accumuli di ghiaccio) al fenomeno delle stagioni e realizzò accurati disegni della superficie marziana.

Gli studi sistematici del pianeta proseguirono nel XIX secolo a opera dell'astronomo italiano Giovanni Schiaparelli, che nel 1877 vi individuò delle strutture particolari, i canali, una rete di solchi diritti e sottili che cambiavano colore con le stagioni. Tali strutture, interpretate come opera di esseri intelligenti, erano in realtà dovute a effetti strumentali. Egli eseguì anche delle accurate mappe del pianeta. La conoscenza "ravvicinata" di Marte iniziò nel 1965, quando la sonda spaziale *Mariner 4* passò a soli 15.000 km dal pianeta e inviò a terra numerose fotografie. Altre fotografie,

molto più dettagliate, ci sono state inviate dalle sonde *Mariner 6* e *7*, e soprattutto dalla sonda *Mariner 9* che, nel novembre 1971, si avvicinò al pianeta fino a divenirne un satellite artificiale. Numerose informazioni sono state raccolte anche dalle sonde *Viking 1* e *Viking 2*, che nel 1976 si sono posate sulla superficie del pianeta scattando fotografie con una risoluzione di 150 m. Ormai tutta la superficie di Marte è perfettamente nota: oggi sappiamo che il suo tipico colore è dovuto alla colorazione rossastra del suolo; che esistono quattro giganteschi vulcani spenti; che lungo l'equatore del pianeta si estende per 5000 km un grande canyon largo centinaia di chilometri e profondo 6000 m; che esistono monti, colline, valli tortuose e canaloni dalle pareti profondamente incise, assimilabili a strutture scavate dall'acqua.

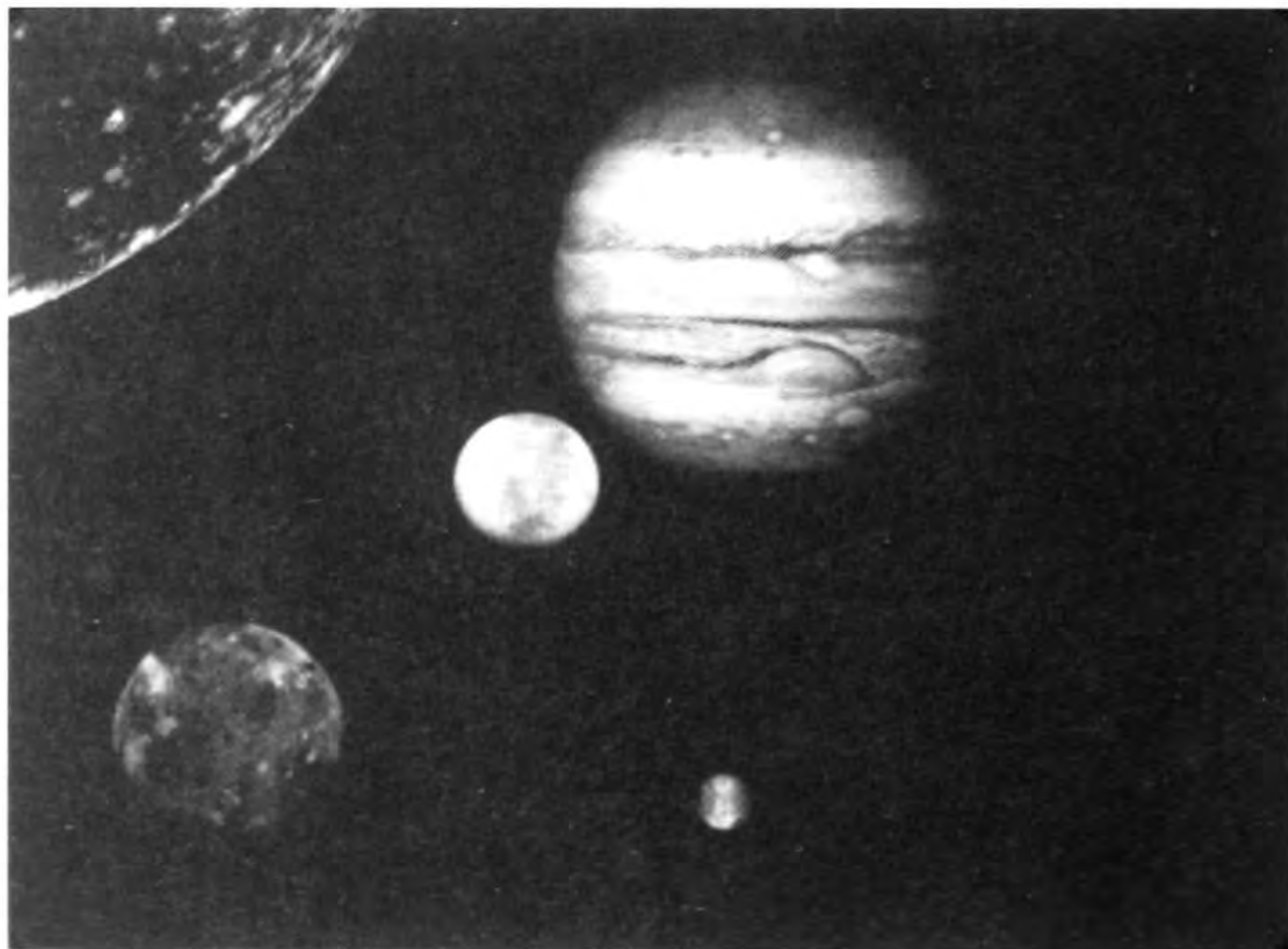
Anche se attualmente l'acqua su Marte è molto scarsa (probabilmente si ritrova soltanto in tracce nelle calotte polari sotto forma di ghiaccio e nell'atmosfera come vapore acqueo) e insufficiente ad alimentare un ciclo paragonabile a quello terrestre, non è improbabile che in passato sia stata presente in quantità più abbondante. Nelle rocce del pianeta esistono senza dubbio grandi quantità di idrogeno e ossigeno legati ad altri elementi. L'atmosfera di Marte è molto rarefatta (la pressione atmosferica al suolo è 1/200 di quella terrestre) e contiene principalmente diossido di carbonio, azoto, argo e tracce di altri gas, fra cui vapore acqueo e ossigeno. Mentre su Marte il diossido di carbonio è rimasto libero, sulla Terra si è combinato con altri elementi a formare i carbonati presenti in grande quantità nelle rocce. Il contrario si è verificato per l'ossigeno, che su Marte si è combinato con altri elementi del suolo formando grandi quantità di ossidi, mentre sulla Terra è rimasto in gran parte libero. Il fenomeno più impressionante della tenue atmosfera marziana è un vento violentissimo, causato dalle forti variazioni di temperatura, che provoca terribili tempeste di sabbia. Si ritiene che tali tempeste siano la causa prima dei fenomeni di erosione e di accumulo riscontrati sul pianeta e probabilmente responsabili dei suoi cambiamenti stagionali di colore. Marte risente della maggiore distanza dal Sole rispetto alla Terra ed è piuttosto freddo. La sua temperatura superficiale ha un valore medio di –23 °C e l'escursione termica diurna è molto forte: soltanto in estate e all'equatore può raggiungere per qualche ora i +25 °C durante il giorno, mentre di notte si scende sempre a –70 °C. Marte rivela un passato geologico molto interessante e una complessa morfologia, che lo rende simile sia alla Terra sia alla Luna. Anch'esso fu violentemente bombardato dai meteoriti, i cui crateri d'impatto sono ancora visibili in tracce, ed ebbe in passato un periodo di grande attività vulcanica, come testimoniano gli enormi edifici vulcanici presenti sulla sua superficie. Marte può essere considerato un pianeta ancora geologicamente attivo: meno della Terra ma più della Luna.

Le numerose missioni spaziali non hanno scoperto traccia di organismi viventi né rivelato la presenza di un campo magnetico su Marte o indicazioni di una sua magnetosfera.

Intorno al pianeta ruotano due piccole lune rocciose: Deimos e Phobos, i cui nomi, che in greco significano "panico" e "terrore", ben

si addicono ai satelliti di un pianeta a cui è stato assegnato il nome del dio della guerra. Deimos e Phobos sono due minuscoli frammenti rocciosi sui quali si è appuntato l'interesse degli astronomi che sperano di ottenere informazioni utili circa l'origine del sistema solare. A tale scopo nel 1988, in collaborazione con l'agenzia spaziale europea, sono state allestite due sonde sovietiche denominate *Phobos 1* e *Phobos 2*. La prima è purtroppo andata alla deriva nello spazio subito dopo il lancio, mentre la seconda è entrata in orbita regolarmente intorno al pianeta Marte il 29 gennaio 1989. Lo scopo di questa missione è di tracciare una mappa termica della superficie del pianeta, individuare le zone dei ghiacci perenni e ricavare indicazioni sulla composizione del sottosuolo, dell'atmosfera e della ionosfera. È previsto anche l'atterraggio della sonda sul satellite di cui porta il nome. Questa missione si inserisce in un ambizioso progetto che potrebbe concludersi, nel primo decennio del 2000, con l'invio su Marte di una spedizione umana.

## I pianeti giganti o gioviani

Giove, Saturno, Urano e Nettuno, i pianeti giganti del sistema solare, sono assai diversi dai pianeti terrestri. Essi sono molto grandi ma poco densi (la loro densità si avvicina infatti molto più a quella del Sole

I quattro satelliti galileiani di Giove. Furono tra i primi oggetti celesti osservati da Galileo con il suo cannocchiale, nel gennaio del 1610. In questo collage di immagini gioviane trasmesse dai *Voyager* si osservano Giove e i suoi satelliti maggiori: Callisto, Europa, Ganimede e Io.

che a quella della Terra), sono assai freddi e per lo più fluidi nel loro interno; hanno spesse atmosfere, ricchissime di gas molto leggeri come idrogeno ed elio (che nell'atmosfera terrestre sono presenti soltanto in tracce). Sono circondati da un gran numero di satelliti e tre di essi (Saturno, Giove e Urano) presentano caratteristiche configurazioni ad anello.

## Giove

È il pianeta gigante del sistema solare, visibile a occhio nudo nonostante l'enorme distanza dalla Terra, e il primo che si incontra dove aver superato la fascia degli asteroidi. Il suo diametro è 11 volte quello della Terra e la sua massa è 318 volte quella terrestre. Nonostante le sue dimensioni, questo pianeta ruota intorno al proprio asse più velocemente di tutti gli altri pianeti del sistema solare: un giorno gioviano dura infatti 9 ore e 50 minuti, meno della metà di quello terrestre. La sua rivoluzione è invece molto più lenta: circa 12 anni terrestri. Al telescopio Giove si presenta come un disco giallastro attraversato da strisce di colore verde o giallo su cui spicca una grande e caratteristica struttura, scoperta nel 1665 da Cassini: la Grande Macchia Rossa o Occhio di Giove.

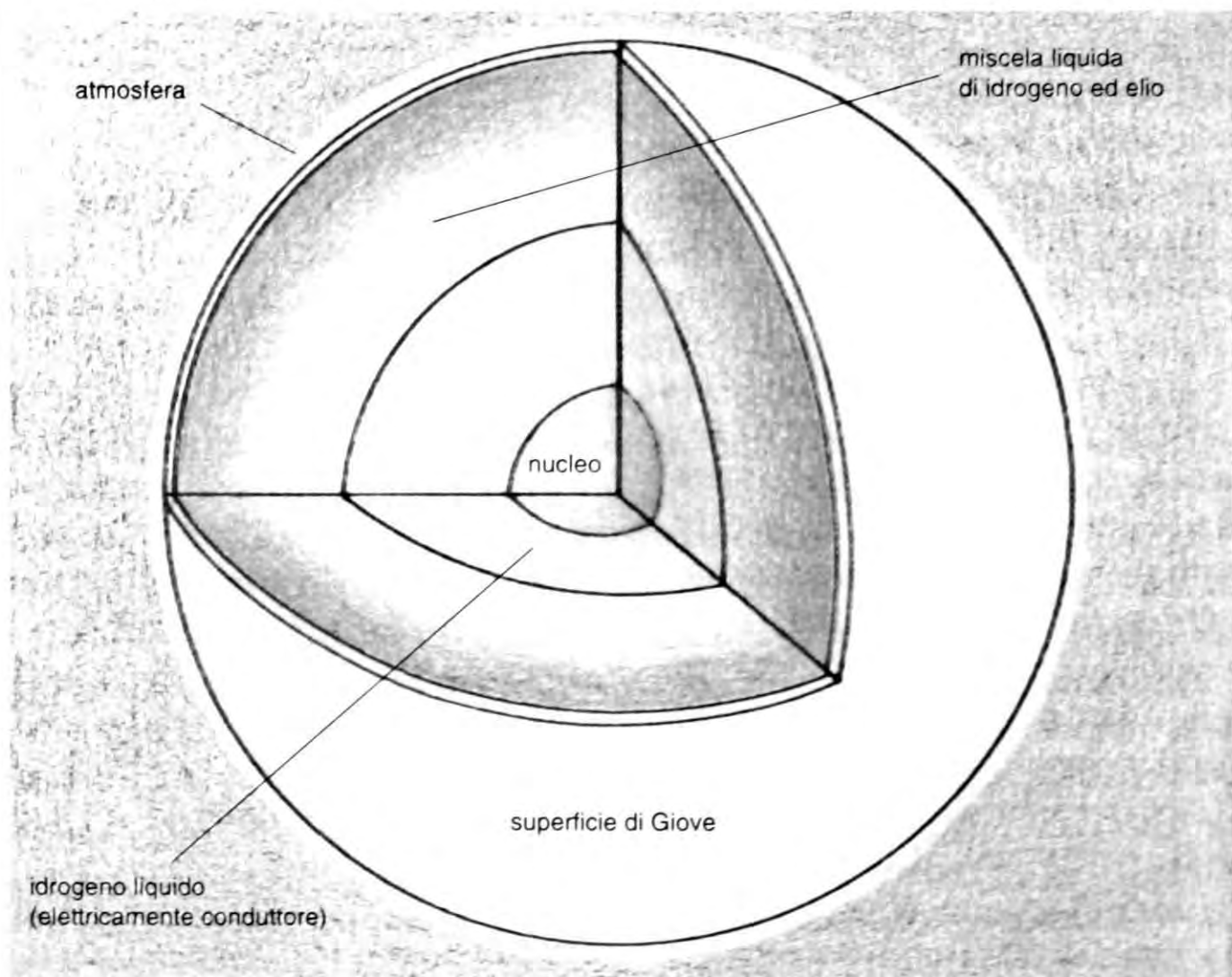
Questa gigantesca macchia, lunga 50.000 km e larga 13.000, ha cambiato continuamente forma negli oltre 300 anni durante i quali è stata osservata. Le informazioni inviate a Terra dalle sonde spaziali *Voyager* e *Pioneer*, anche se non hanno completamente svelato il mistero di questa straordinaria struttura, hanno indotto i planetologi a formulare l'ipotesi che essa sia un enorme vortice atmosferico, pressoché stazionario, conseguenza delle grandi tempeste che agitano perennemente l'atmosfera gioviana, la cui densità è pari a 1000 volte quella terrestre.

Soltanto nel XX secolo è stato possibile conoscere la composizione chimica di questa atmosfera: essa è priva di ossigeno libero ed è dominata dall'idrogeno in composizione con il carbonio (metano, acetilene ed etano), l'azoto (ammoniaca e acido cianidrico) e lo zolfo (solfuro d'idrogeno). Anche nell'atmosfera di Giove si possono distinguere fasce di colore scuro, corrispondenti a regioni molto calde, che emettono più radiazioni infrarosse e sono situate a maggiori profondità, e zone di colore chiaro, più fredde, collocate ad altezze maggiori. La Grande Macchia Rossa è una delle regioni più fredde del pianeta. Secondo l'opinione degli scienziati, strutture come questa sarebbero la conseguenza dell'esistenza di regioni di alta e bassa pressione e il loro allineamento parallelamente all'equatore sarebbe dovuto alla rapidissima rotazione del pianeta. A differenza dei pianeti di tipo terrestre, che sono solidi, Giove è un'immensa sfera di polvere e gas con al centro un minuscolo nocciolo roccioso circondato da strati di idrogeno liquido. L'atmosfera più esterna ha uno spessore di oltre 1000 km.

Questa struttura rende il pianeta simile a una stella e tale somiglianza è confermata dalla constatazione che Giove emette energia in quantità maggiore di quanta ne riceva dal Sole, e quindi probabilmente possiede una sorgente interna di calore dovuta alla contrazione causata dalle forze gravitazionali. Anche la sua

composizione chimica, ricca di idrogeno ed elio (che sono i principali componenti delle stelle) oltre che di metano e ammoniaca, avalla l'ipotesi che Giove sia formato da materia molto simile a quella che, condensandosi, diede origine al Sole.

Giove, con la sua massa enorme, superiore a quella di tutti gli altri pianeti messi insieme, sarebbe quindi una "stella mancata". Infatti, se la massa della nube primitiva di polveri e gas da cui il pianeta si è formato fosse stata un po' più grande, il calore sviluppato dalla contrazione sarebbe stato sufficiente a innescare le reazioni nucleari che trasformano l'idrogeno in elio e Giove sarebbe diventato una stella. Le fotografie inviate dai Voyager nel 1979 hanno mostrato che Giove è circondato da un tenuissimo anello formato da miriadi di particelle su orbite indipendenti. Tale anello giace sul piano equatoriale del pianeta, molto più vicino alla sua superficie di quanto non lo siano i satelliti maggiori.

Intorno a Giove ruotano numerose lune. Oltre alle quattro più note (Io, Callisto, Ganimede, Europa) scoperte da Galileo nel 1610, nell'ultimo decennio ne sono state individuate altre dodici. Giove possiede inoltre un

Struttura del pianeta Giove. Al centro c'è un minuscolo nucleo roccioso circondato da strati di idrogeno liquido in varie forme. Esternamente è visibile soltanto lo strato alto di nubi spesso circa 1000 km. Pochi chilometri al di sotto di tale strato di nubi la pressione raggiunge un valore così elevato da mantenere l'idrogeno liquido fino al nocciolo. Nello strato intermedio, una pressione di oltre tre milioni di atmosfere rende l'idrogeno elettricamente conduttore.

campo magnetico che intrappola le particelle cariche in regioni dello spazio circostante corrispondenti alle fasce di Van Allen della Terra. Nuove e più sensazionali scoperte sul pianeta gigante e sulle sue lune si avranno quando verrà portato a termine il progetto Galileo.
La sonda *Galileo*, messa in orbita il 18 ottobre 1989, è composta da due sezioni di cui una destinata a orbitare intorno a Giove per circa due anni scattando fotografie, mentre l'altra, la sonda vera e propria, penetrerà nell'atmosfera del pianeta ricavandone numerosi dati che verranno trasmessi a Terra via radio. Gli scienziati sperano che tale sonda possa rimanere funzionante nell'atmosfera gioviana almeno un'ora prima di essere schiacciata dalla tremenda pressione.

**Saturno**

Pure visibile a occhio nudo, è per dimensioni il secondo pianeta del sistema solare ed è quello che si distingue da tutti gli altri per la presenza di numerosi anelli. È molto simile a Giove per struttura e composizione, ma ha una massa 3 volte inferiore ad esso (95 volte quella della Terra) ed è anche il più leggero fra tutti i pianeti. La sua densità (0,7 g/cm$^3$), inferiore a quella dell'acqua, e la composizione lo rendono simile al Sole. Ruota intorno al proprio asse in circa 10 ore e tra tutti i pianeti presenta il più forte schiacciamento polare dovuto alla grande velocità di rotazione. La maggiore velocità angolare all'equatore sta a indicare che anche Saturno non è solido.
È avvolto da una spessa atmosfera ricca di idrogeno, elio, ammoniaca e metano, che impedisce di scorgerne la superficie e come Giove presenta nubi a bande disposte parallelamente all'equatore. La temperatura superficiale è di −180 °C. Anche Saturno, come Giove, emette più energia di quanta ne riceva dal Sole.

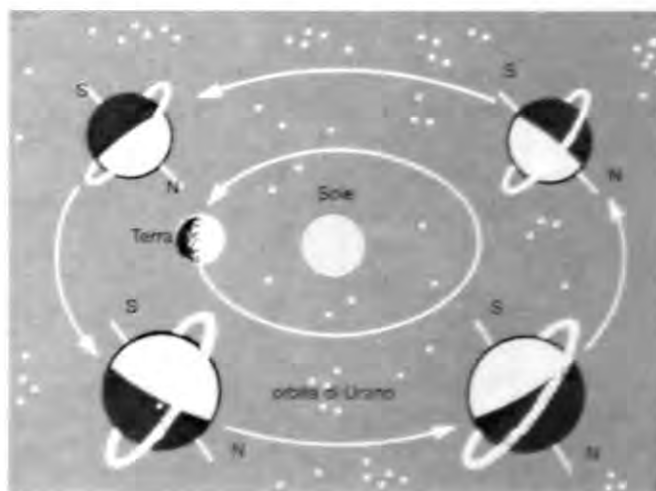
La peculiarità di questo pianeta è rappresentata dai numerosi anelli concentrici già intravisti da Galileo (che, tuttavia, non li riconobbe come tali) e studiati dettagliatamente da Cassini. Le sonde spaziali *Voyager* hanno peraltro rivelato che gli anelli sono molto più numerosi e che sono fasce sottili costituite da miriadi di frammenti di roccia e ghiaccio ruotanti intorno al pianeta e su cui si riflette la luce solare. Gli anelli occupano una zona che si estende da circa 120.000 a circa 276.000 km. Oltre agli anelli Saturno possiede numerosi satelliti (alcuni scoperti di recente), costituiti probabilmente di roccia (30-40%) e ghiaccio (60-70%) tra cui il più celebre è Titano, scoperto per primo nel 1655. Esso ha un diametro superiore a quello del pianeta Mercurio e possiede una densa atmosfera in cui sono stati individuati in abbondanza azoto e metano, gas dai quali è scaturita la scintilla della vita sulla Terra. Esternamente Titano è circondato da un'opaca cortina color arancione che si pensa possa contenere particelle di idrocarburi e acido cianidrico (responsabile di tale colorazione).

Le fotografie scattate dal *Voyager* a distanza ravvicinata mostrano che i satelliti sono costellati da crateri simili a quelli della Luna e dei pianeti di tipo terrestre ma di origine diversa. Mentre, infatti, i crateri presenti su questi ultimi sono stati provocati dall'impatto con meteoriti e asteroidi, quelli dei satelliti di Saturno sono probabilmente dovuti alle comete.

**Urano**

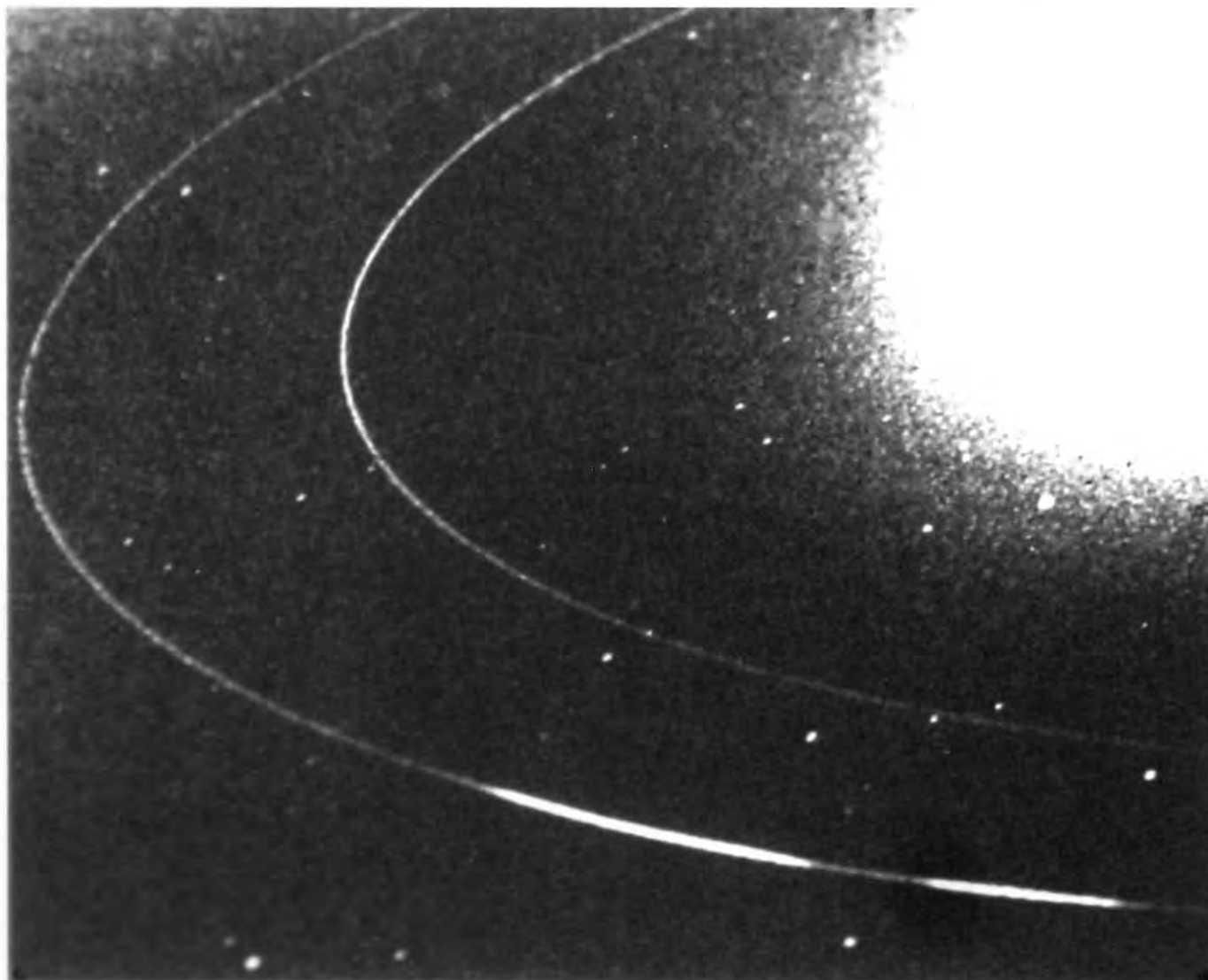
Quasi invisibile a occhio nudo, era sfuggito all'osservazione degli antichi astronomi e fu scoperto casualmente soltanto nel 1781. Al telescopio si presenta come un piccolo disco di colore verdastro in cui non sono riconoscibili strutture particolari tranne un certo oscuramento verso il bordo. Il suo raggio è circa un terzo di quello di Giove, mentre la sua densità è doppia di quella di Saturno; la sua massa è 15 volte quella terrestre. La rotazione avviene in 10 ore e 49 minuti, mentre la rivoluzione si compie in 84 anni terrestri. A differenza di tutti gli altri pianeti del sistema solare, l'asse intorno al quale ruota Urano giace quasi esattamente sul piano dell'eclittica. A causa di questa particolarità, le stagioni su questo pianeta hanno un andamento del tutto peculiare. Infatti quando Urano si trova a un estremo della sua orbita, con l'asse polare diretto quasi esattamente verso il Sole, le regioni polari meridionali sono continuamente illuminate, mentre quelle settentrionali si trovano in perpetua oscurità; 42 anni più tardi, quando esso si trova all'altro estremo, la situazione è invertita. Stando così le cose, la rotazione giornaliera non determina l'alternarsi del giorno e della notte. In periodi diversi, quando l'asse di rotazione è diretto lungo l'orbita, il consueto ciclo giornaliero torna a verificarsi.

Quale sia stata inoltre la causa dell'inclinazione del suo asse è tuttora un mistero: l'ipotesi più attendibile è che agli albori del sistema solare, quando il pianeta era ancora in formazione, si sia verificata una collisione con un corpo di grandi dimensioni, forse un asteroide.

Il sistema di satelliti di Urano è infatti inclinato esattamente dello stesso angolo. Una caratteristica del pianeta, recentemente acquisita, è la presenza di una decina di anelli debolmente luminosi disposti lungo il suo equatore, non visibili al telescopio, ma scoperti durante l'occultazione di una stella da parte del pianeta stesso. Urano ha una struttura simile a quella di Giove e Saturno, ma lo strato che circonda il nucleo roccioso è composto prevalentemente da ammoniaca metallica e da un miscuglio di metano, ammonio, acqua e neon. La sua atmosfera contiene, oltre all'idrogeno e all'elio, notevoli quantità di metano gassoso, responsabile della colorazione blu-verdastra del pianeta. La sua grande forza gravitazionale e la bassa temperatura (–210 °C) gli permettono probabilmente di conservare l'idrogeno nella sua atmosfera. Il *Voyager* ha individuato intorno a Urano dieci piccole lune che orbitano intorno al pianeta nello spazio compreso fra gli anelli e Miranda, il più vicino dei cinque satelliti di Urano.

Posizioni assunte rispetto alla Terra dal pianeta Urano durante la sua rivoluzione.

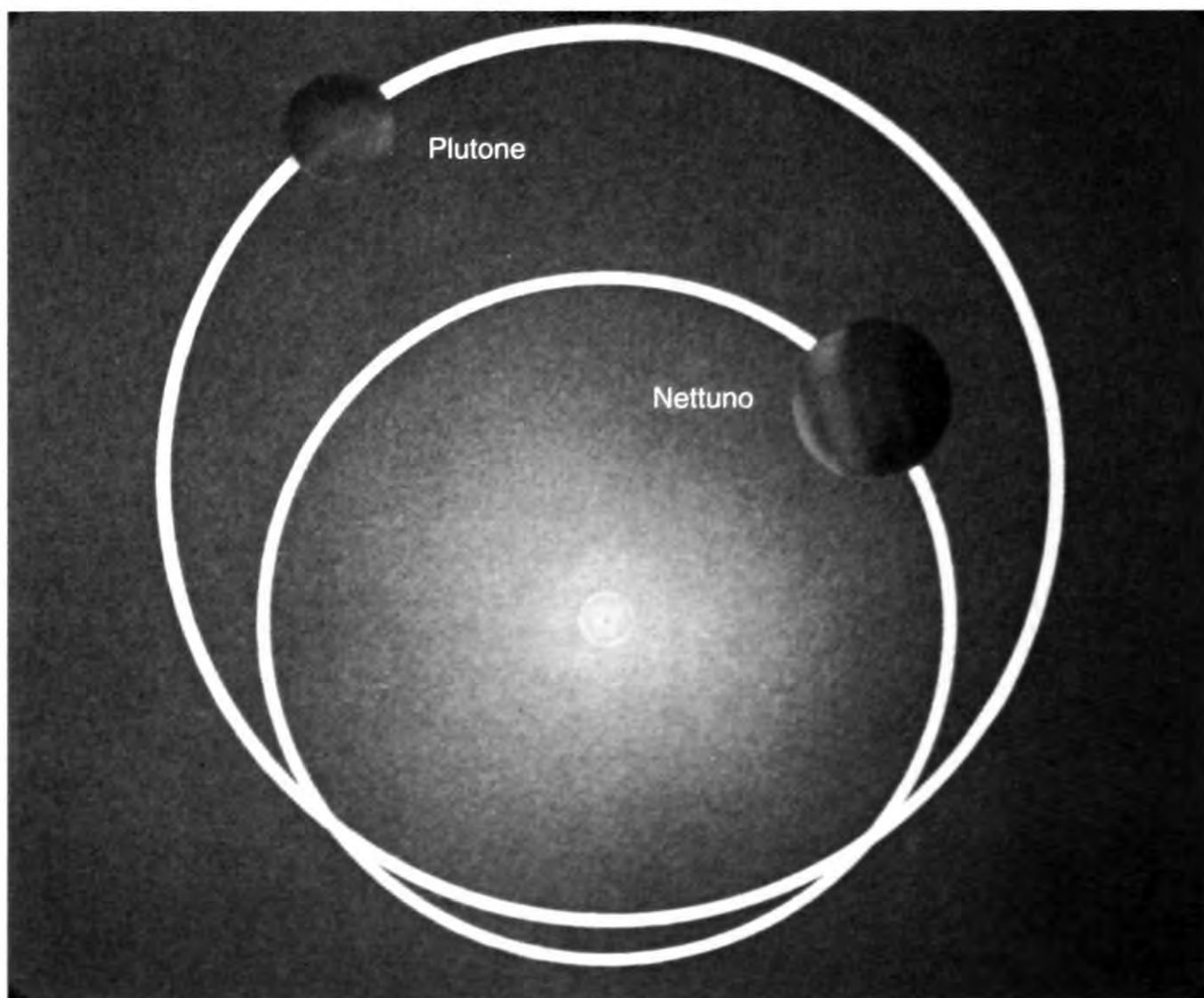
**Nettuno**

Poco più piccolo di Urano, al quale rassomiglia moltissimo, tanto da essere considerato suo "gemello", è il più denso fra i grandi pianeti gassosi (densità = 1,7 g/cm$^3$). Scoperto nel 1846, lontanissimo dal Sole, intorno al quale si muove su un'orbita quasi perfettamente circolare, presenta, come Urano, una colorazione verde-azzurra ma è pochissimo schiacciato ai poli (1/50 circa) e ha l'asse polare regolarmente orientato. La sua grande densità fa ritenere che il pianeta debba avere una struttura interna in cui, oltre all'idrogeno e all'elio, siano presenti elementi pesanti in proporzione maggiore rispetto a Giove e Saturno. Possiede, inoltre, una spessa atmosfera, ricca di metano e ammoniaca. La sua temperatura, di circa –200 °C, è maggiore di quella prevista per il solo riscaldamento solare. Finora sono noti soltanto due satelliti, ma probabilmente ne possiede molti di più e, forse, presenta anch'esso un anello..

Notizie più precise si hanno grazie ai dati trasmessi dal *Voyager 2*, che nel 1989 ha concluso il suo "grande tour" tra i pianeti.

Nettuno è circondato da anelli di spessore irregolare, tanto che visti da lontano sembrano incompleti.

## Plutone

È il nono pianeta del sistema solare. La sua esistenza fu documentata fotograficamente nel 1930. Molto distante dalla Terra e dal Sole, è poco conosciuto. Di tutti i pianeti è quello che ha l'orbita più eccentrica e con il piano più inclinato rispetto a quello dell'orbita terrestre. L'orbita che descrive intorno al Sole è così ellittica che al perielio Plutone entra addirittura in quella di Nettuno, facendo ipotizzare che, in epoche passate, sia stato un suo satellite. Le sue dimensioni, infatti, corrispondono maggiormente a quelle dei satelliti che non a quelle dei pianeti. L'estrema distanza dal Sole rende Plutone molto più freddo di tutti gli altri pianeti: la sua temperatura è inferiore ai –220 °C. Grazie a una misura spettroscopica eseguita di recente, si è scoperta la presenza sulla sua superficie di metano ghiacciato.

La scoperta (avvenuta nel 1978) del suo satellite Caronte ha permesso di confermare il suo periodo di rotazione (6 giorni, 9 ore e 18 minuti) che sembra coincidere con quello di rivoluzione del satellite, e i suoi parametri fisici, incerti fino a ora: la sua massa è circa 2 millesimi di quella terrestre e la sua densità è 0,7 g/cm³.

Le orbite di Plutone e Nettuno s'intersercano e quest'ultimo dal 1979 al 1999 è il pianeta più lontano del Sole.

# Asteroidi, meteoriti e comete

*Nuclei cometali, meteoriti di varie dimensioni e polveri interplanetarie vagano nel sistema solare. Spesso e volentieri colpiscono il nostro pianeta...*

**Piovuti dal cielo...**

Nel sistema solare, tra i pianeti e i satelliti, vaga una moltitudine di oggetti che mostra un'ampia varietà di forme e dimensioni. I più grandi sono gli asteroidi, presenti a migliaia nello spazio compreso fra le orbite di Marte e Giove e di cui si è già accennato.

I più piccoli, veri e propri frammenti di pietra vaganti nello spazio interplanetario, diventano meteore e meteoriti quando colpiscono la Terra. Se le dimensioni di questi frammenti sono esigue, essi, al contatto con l'atmosfera, bruciano completamente formando le meteore; se invece le loro dimensioni sono maggiori, si consumano solo parzialmente e cadono sulla Terra come pietre: i meteoriti. Questi campioni di materiale extraterrestre, analizzati in laboratorio, forniscono preziose informazioni sulle condizioni fisiche esistenti al momento della formazione del sistema solare.

A seconda della loro composizione i meteoriti si distinguono in: ferrosi o metallici, se composti principalmente da ferro e nichel; petrosi, se costituiti da materiale roccioso. I meteoriti ferrosi sono facilmente riconoscibili per l'elevata densità e per le spiccate proprietà magnetiche dovute all'alto contenuto in ferro. I meteoriti petrosi sono più difficili da identificare al suolo perché somigliano alle rocce comuni. Sono stati classificati in varie categorie a seconda della loro composizione chimica. I più interessanti sono le condriti, soprattutto quelle carbonacee, le cui sferette contengono composti del carbonio (dagli idrocarburi agli aminoacidi).

Il nostro pianeta è bombardato

quotidianamente da meteoriti di ogni dimensione, la maggior parte dei quali tuttavia provoca danni relativamente modesti. Ben più gravi e visibili sono invece i danni prodotti dall'impatto con meteoriti di grandi dimensioni o con un asteroide. Sulla Terra è ancora ben visibile il cratere Barringer, aperto da un meteorite 20.000 anni fa nel deserto dell'Arizona. Strutture più antiche, denominate "astroblemi" (ferite stellari), sono state scoperte nel Canada settentrionale, una zona terrestre rimasta pressoché intatta per milioni di anni. Fortunatamente le probabilità che un asteroide gigante colpisca la Terra sono molto remote.

## Comete

Altri oggetti molto interessanti e belli da osservare sono le comete, piccoli globi di ghiaccio, che periodicamente visitano il sistema solare attraversando le orbite dei pianeti. All'incirca ogni cinque anni una cometa si avvicina al Sole, divenendo luminosa e splendente per un breve periodo di tempo, per poi sparire ritornando nelle profondità dello spazio da cui proveniva. Ogni cometa è formata principalmente da una testa, costituita da un nucleo circondato da una nube gassosa, la chioma, e da una coda che si estende nello spazio per milioni di chilometri. Il nucleo, definito dagli astronomi un "blocco di neve sporca", il cui diametro può variare da meno di 1 km a poco più di 100 km, è costituito, oltre che da ghiaccio, da particelle solide (sassi e polvere cosmica) e da vari altri gas congelati (metano, ammoniaca, ossido e biossido di carbonio).

Quando la cometa si avvicina al Sole, per effetto del calore parte delle sostanze componenti il nucleo (le più volatili) vaporizzano e sublimano, formando la chioma, trasparente e luminosa (composta in gran parte da gas ionizzati dalla luce solare), e la coda, sospinta dal vento solare sempre in direzione opposta al Sole. Per tale motivo quando la cometa si sta avvicinando all'astro è seguita dalla coda, mentre quando si allontana ne è preceduta.

L'ipotesi più accreditata presso gli astronomi circa la loro origine è che esse provengano da una regione dello spazio situata ai confini del sistema solare, molto al di là di Plutone, dove si troverebbe la nube di Oort, che contiene miliardi di nuclei di comete. Questo agglomerato di nuclei ghiacciati rappresenterebbe un residuo di materia interstellare rimasto dopo la formazione del sistema solare. In questa nube non si sentono più gli effetti dei pianeti, ma piuttosto quelli delle stelle che occasionalmente si trovano a passare nelle vicinanze del Sole. Di tanto in tanto l'influenza gravitazionale esercitata da una di queste stelle strappa definitivamente alcuni di questi piccoli corpi ghiacciati dalla nube di Oort, avviandoli lentamente verso il sistema solare dove incominceranno a evaporare rendendosi visibili e assumendo l'aspetto tipico di comete. Se una cometa non passa vicino ad alcun pianeta può impiegare varie centinaia di anni per compiere la sua lunghissima orbita. Se, invece, subisce l'attrazione gravitazionale di uno dei grandi pianeti esterni (per esempio Giove), si mette a girare intorno al pienta che l'ha catturata e la sua orbita subisce un progressivo restringimento. Quando una cometa incomincia a essere visibile per gli astronomi terrestri, significa che ha

iniziato la sua agonia: infatti a ogni passaggio vicino al Sole i materiali ghiacciati che la compongono evaporano rapidamente, lasciando soltanto un piccolo nucleo roccioso, poco visibile dalla Terra. Dopo aver girato intorno al Sole, le comete si allontanano da esso muovendosi lungo orbite molto allungate. Talvolta, però, le comete non ritornano all'appuntamento con il Sole, o perché la loro orbita troppo allungata le porta a sfuggire all'attrazione solare, o perché si disintegrano passando troppo vicino a esso.

Fino a oggi sono state registrate circa 650 comete diverse e mediamente ne vengono scoperte almeno cinque all'anno.

Esse vengono usualmente classificate in quattro categorie distinte in base al valore del loro periodo di rivoluzione intorno al Sole:
- comete di corto periodo (meno di 20 anni);
- comete di periodo intermedio (20-200 anni);
- comete di lungo periodo (200 - 1.000.000 di anni);
- comete con orbite quasi paraboliche.

Tra quelle della prima categoria la più veloce è la cometa di Encke, il cui periodo di rivoluzione è di 3 anni e 4 mesi. Nella seconda categoria la più famosa è certamente la cometa di Halley, che ricompare ogni 76 anni: avvistata con certezza la prima volta nel 1531, si è ripresentata puntuale all'appuntamento nel 1986.

In questa occasione fu lanciata verso di essa la sonda spaziale *Giotto* (così denominata in omaggio al

Passaggio di una cometa, incisione del XVII secolo.

grande pittore che per primo la dipinse realisticamente nella *Natività* conservata a Padova nella Cappella degli Scrovegni) con il compito di raccogliere informazioni sulla chioma e sul nucleo della cometa. Dalla missione *Giotto* gli scienziati hanno ottenuto la conferma che la cometa di Halley è quasi certamente un relitto fossile della nascita del sistema solare. A questa conclusione si è pervenuti grazie ai risultati delle analisi compiute sulla materia (particelle di polvere) che fuoriesce dalla cometa e sui gas rilasciati dai suoi ghiacci.

Halley contiene carbonio, azoto e ossigeno come pure silicio, zolfo e magnesio, in quantità relative prossime a quelle riscontrate altrove nel sistema solare. È legittimo supporre che la cometa si sia formata in qualche parte della grande nebulosa di polvere e gas che collassò per dare origine al sistema solare. Le misure proporzionali, effettuate sugli isotopi del carbonio, azoto e zolfo, indicano anche che la sua formazione è stata contemporanea a quella del Sole e dei pianeti. Il suo nucleo è risultato molto più grande del previsto: $16 \times 8$ km e con un volume di almeno 500 $km^3$ (circa 10 volte più di quanto ci si aspettasse). Gli scienziati sono rimasti sorpresi nel constatare che tale nucleo, composto essenzialmente da ghiaccio e polvere, ha una densità media compresa fra 1/10 e 1/4 di quella del ghiaccio. Essi pensano che debba essere piuttosto poroso, ma ignorano sia il rapporto esistente fra le masse del ghiaccio e della polvere, sia la loro distribuzione all'interno del nucleo.

Foglio volante opera di Hans Weigel di Norimberga, con un'incisione raffigurante la cometa del 1558, la Luna e alcune stelle nel cielo di Norimberga.

# Milioni di stelle

*Piccole lampade appese alla volta celeste, tutte alla stessa distanza... Queste erano le stelle per gli antichi. Oggi, l'uomo studia le stelle seguendo criteri scientifici: luminosità, colore, temperatura, superficie, massa....*

## Caratteristiche e proprietà delle stelle

Tutti i punti luminosi che di notte vediamo partecipare in cielo all'apparente moto della sfera celeste sono stelle, cioè corpi celesti risplendenti di luce propria.

Attualmente sappiamo che le stelle sono dei potenti reattori termonucleari di gas organizzati dalla gravità e disposti nello spazio in sistemi inconcepibilmente vasti detti galassie.

Le stelle più luminose e brillanti hanno ricevuto un nome fin dai tempi più antichi. Generalmente si tratta di nomi greci (Antares, Castore, Polluce) o arabi (Betelgeuse, Alderamin, Algenib). Successivamente, data l'impossibilità di assegnare un nome proprio a ogni stella, si ricorse alle lettere dell'alfabeto greco. In una costellazione si riserva la lettera α alla stella più luminosa e brillante: per esempio *α-Tauri*, *α-Orionis* significano rispettivamente la più brillante stella della costellazione del Toro (prima denominata Aldebaran) e della costellazione di Orione (Betelgeuse). La lettera β si usa per stelle che vengono immediatamente dopo per luminosità e così via sino alla fine dell'alfabeto. Esaurite le lettere si ricorre ai numeri arabi.

Dai tempi in cui le stelle erano ritenute piccole lampade appese alla volta celeste, tutte alla stessa distanza, ai giorni nostri, i mezzi e gli strumenti per studiarne le caratteristiche si sono prodigiosamente moltiplicati. Le prime informazioni vennero dallo studio della luce, iniziato da Newton nel 1665, che consentì agli astronomi di conoscere la composizione chimica, l'età, la distanza e i processi che si svolgono all'interno di una

stella; successivamente altre informazioni vengono dall'esplorazione delle regioni invisibili dello spettro elettromagnetico. Anche la fisica delle particelle elementari fornisce altri dati che consentono di formulare modelli dei vari tipi di stelle e della loro evoluzione.

I dati su cui ci si basa per studiare le stelle sono: la luminosità, il colore, la temperatura, la superficie e la massa (calcolate indirettamente per alcune di esse).

## Luminosità e grandezza

Osservando le stelle dalla Terra il nostro occhio non è in grado di valutare la loro luminosità reale o assoluta ma soltanto quella apparente, corrispondente allo splendore di cui la stella sembra dotata. Infatti la luminosità di una stella non dipende esclusivamente dall'energia totale emessa dalla sua superficie per unità di tempo, ma anche dalla sua distanza dalla Terra.

Lo splendore delle stelle viene misurato in grandezze. La scala impiegata per esprimere la luminosità stellare proposta dagli astronomi greci è, salvo piccoli ritocchi ed estensioni, tuttora in uso.

Già Ipparco aveva riunito tutte le stelle allora visibili in sei classi di grandezze o magnitudine: le più splendenti erano definite stelle di *I grandezza*; seguivano poi, in ordine di luminosità decrescente, quelle di *II grandezza* e così via fino alla *VI grandezza* comprendente le ultime stelle che un occhio umano normale può vedere senza l'aiuto di strumenti.

Il termine magnitudine (dal latino *magnitudo*, grandezza) è oggi preferito perché evita di collegare erroneamente lo splendore alle dimensioni di una stella.

La scala delle grandezze stellari attualmente usata rispecchia ancora la terminologia introdotta da Ipparco, cosicché il numero corrispondente alla magnitudine di una stella aumenta al diminuire del suo splendore. Per esempio una stella di magnitudine 3 è più luminosa di una stella di magnitudine 4. La differenza di splendore tra una classe e l'altra è di 2,512 volte, per cui le stelle di magnitudine 6 non sono 5 volte, ma $(2,512)^5$ e cioè 100 volte più deboli di quelle di magnitudine 1 e così via, di 100 in 100, a ogni variazione di magnitudine di 5 unità. In altre parole, più le stelle sono deboli e più è alto il valore del numero che esprime il loro splendore apparente: così le stelle appena visibili con il più grande telescopio del mondo hanno magnitudine 23, mentre quelle più brillanti, visibili a occhio nudo e quattro miliardi di volte più luminose, hanno magnitudine 0.

Per altre, ancora più splendenti, si ricorre a valori negativi: così Sirio ha magnitudine -1,4; la Luna -12,6; il Sole -26,72. Il Sole è quindi $(2,5)^{15}$ volte più luminoso della Luna. Se il Sole appare di gran lunga più luminoso delle altre stelle è perché esso si trova più vicino alla Terra. Ma la situazione sarebbe diversa se si tenesse conto della distanza delle altre stelle.

Per poter confrontare direttamente fra di loro le magnitudini apparenti delle stelle, compreso il Sole, sarebbe necessario poterle considerare tutte alla medesima distanza dalla Terra. Per questo gli astronomi hanno introdotto la magnitudine assoluta, termine con il quale si esprime la magnitudine apparente di ogni stella

collocata convenzionalmente a una distanza standard di 10 parsec (circa 32 anni luce).

A questa distanza il Sole avrebbe magnitudine assoluta + 4,8, apparirebbe cioè ancora visibile a occhio nudo ma molto debole. L'aspetto notturno del cielo cambierebbe completamente: più di 500 stelle apparirebbero molto più luminose di Sirio, la stella attualmente più brillante, e altre, ora invisibili, diventerebbero luminosissime. È quindi evidente che per ricavare la magnitudine assoluta di una stella occorre conoscere, oltre alla sua magnitudine apparente, anche la sua distanza dalla Terra.

**Distanze stellari**

Per determinare la distanza delle stelle più vicine, gli astronomi ricorrono al metodo della parallasse.

La distanza $d$ di una stella e il suo angolo di parallasse $p$, espresso in secondi d'arco e riferito al semiasse maggiore dell'orbita terrestre, sono legati dalla relazione seguente:

$$\mathbf{d = 1/p}$$

per cui, noto l'angolo p, si può ricavare la distanza d, che viene espressa in parsec. Una stella che abbia parallasse di un secondo d'arco dista dal Sole un parsec, pari a 3,26 anni luce. Tuttavia tutte le stelle sono situate a distanza maggiore.

La parallasse annua di una stella risulta sempre inferiore a 1" d'arco.

La parallasse ottica può essere calcolata con precisione soltanto per stelle che distano dal Sole meno di 10 parsec. Questo metodo consente di misurare con una precisione del 5% la distanza di 6-7000 stelle. Oltre questo limite le misure dirette della parallasse divengono infatti difficili e imprecise. Alla distanza di oltre 400 anni luce, questo metodo geometrico diventa inutile perché l'angolo di parallasse risulta minore di 0,008".

Un metodo indiretto per ricavare la misura delle distanze stellari è quello delle Cefeidi. Queste stelle variabili sono molto importanti per gli astronomi perché si è stabilito che il loro periodo di variabilità (tempo intercorrente fra due massimi di luminosità) dipende dalla loro magnitudine assoluta. Più brillante è una Cefeide e maggiore è il tempo che essa impiega a pulsare: per esempio, una Cefeide con periodo di pulsazione di un giorno è 100 volte più brillante del Sole, mentre una con periodo di 30 giorni è 4000 volte più brillante del Sole. Pertanto, stabilendo mediante osservazione diretta il periodo di variabilità, o pulsazione, si può conoscere la magnitudine assoluta della stella. Confrontando questo dato con la sua magnitudine apparente e tenendo conto che la luminosità osservata dipende dalla distanza, si può ricavare la distanza della stella. Questo metodo è valido sia per la Stella Polare, la più vicina delle Cefeidi, che dista oltre 400 anni luce, sia per le Cefeidi della Nebulosa di Andromeda, distanti oltre 2 milioni di anni luce.

**Colore e temperatura**

Esistono stelle azzurre, bianche, rosse, gialle, arancione, con varie sfumature. Tale colorazione è però evidente per le stelle più brillanti: la rossa Betelgeuse, la bianca Vega e l'azzurra Rigel, mentre la maggior parte delle stelle più deboli non ci appare colorata perché il nostro occhio, a bassa luminosità, perde la capacità di distinguere i colori. Tuttavia, fotografie scattate con particolari

accorgimenti dimostrano in modo inequivocabile che le stelle hanno colori diversi. Alla differenza di colore corrisponde quella più profonda degli spettri. Quelli delle stelle azzurre presentano essenzialmente le righe dell'elio ionizzato, quelli delle stelle bianche le righe dell'idrogeno; le stelle gialle rivelano una composizione chimica in cui prevalgono i metalli; quelle rosse il carbonio e l'ossido di titanio e di zirconio.

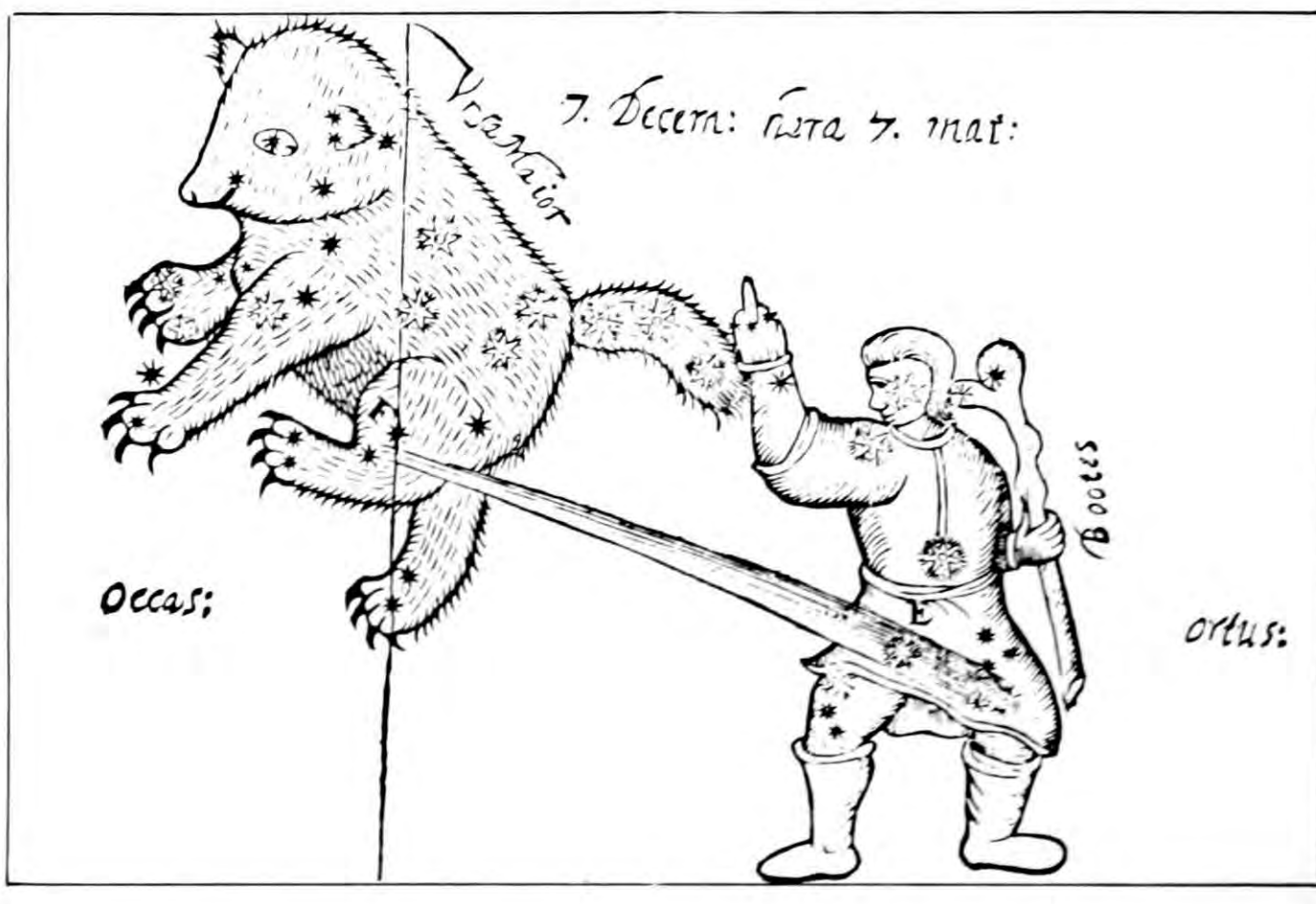
La differenza di colore e di spettro è determinata dalla variazione della temperatura. Le stelle che appaiono rosse hanno temperature superficiali relativamente basse, quelle gialle alte, quelle azzurre altissime. Infatti, anche per le stelle vale la legge di Vien: un corpo sottoposto a riscaldamento crescente emette dapprima una luce di lunghezza d'onda elevata (rossa) e poi una luce di lunghezza d'onda sempre minore (dal giallo all'azzurro).

Anche la differenza d'intensità delle righe dei diversi elementi nei vari tipi di spettro indica una diversità di temperatura e, anzi, consente una sua determinazione molto più accurata di quanto era possibile fare soltanto attraverso il colore.

## Classificazione delle stelle

La più importante classificazione delle stelle è quella basata sui tipi spettrali. La sequenza universalmente accettata contiene le classi spettrali contrassegnate dalle lettere dell'alfabeto O-A-B-F-G-K-M.

Ogni classe viene divisa in dieci sottoclassi contrassegnate da un indice da 0 a 9. Ogni classe o tipo spettrale è caratterizzata dalle righe di assorbimento o emissione di uno o due elementi.

Nelle sette classi della figura rientra il 99% delle stelle, dalle più calde (tipo O) alle più fredde (tipo M). Le restanti vengono distribuite in

altre quattro classi. La classe W (da Wolf-Rayet), comprende stelle molto calde, con righe spettrali dell'ossigeno, del carbonio e dell'azoto ionizzati, mentre nelle classi R-N-S rientrano stelle molto fredde, con bande spettrali del cianogeno, dell'ossido di carbonio e dell'ossido di zirconio.

Il nostro Sole è classificato come stella di tipo spettrale G2.

**Dimensioni, massa e densità**

Le dimensioni di una stella dipendono dalla sua massa e dallo stadio evolutivo in cui essa si trova. Il raggio di una stella non può essere misurato direttamente perché, data la grande distanza, tutte le stelle appaiono puntiformi, anche se osservate con i più potenti telescopi. Soltanto per stelle molto vicine e piuttosto grandi il diametro angolare può essere misurato direttamente impiegando l'interferometro.

Il raggio di una stella si può invece ricavare studiandone lo spettro. Infatti, da esso si può avere la temperatura superficiale e la luminosità assoluta. Conoscendo i valori della temperatura e della luminosità assoluta è possibile valutare la quantità totale di luce emessa dalla stella, nonché la quantità di luce irradiata per unità di superficie. Considerando sferica la stella è possibile ricavarne il raggio e la superficie totale. Il raggio di una stella può variare da circa 1/100 fino a 1000 volte quello del Sole. Le supergiganti rosse sono le stelle più grandi, le nane bianche le più piccole.

La massa stellare è una delle grandezze più difficili da determinare ma la sua conoscenza è fondamentale

**Principali tipi spettrali per classificare le stelle**

| *Tipo spettrale* | *Righe predominanti* | *Colore* | *Temperatura superficiale in K* | *Esempi* |
|---|---|---|---|---|
| O | elio ionizzato | azzurro | 20.000-30.000 K | Iota, Orione |
| B | elio neutro | azzurro | 20.000-30.000 K | Rigel, Spica |
| A | idrogeno | bianco | 8.000-12.000 K | Sirio, Vega |
| F | calcio ionizzato e metalli ionizzati | giallo | 5000-8000 K | Canopo, Procione |
| G | calcio ionizzato e ferro | giallo-arancione | 4000-6000 K | Sole, Capella |
| K | calcio neutro e metalli | giallo-arancione | 3000-5000 K | Arturo, Aldebaran |
| M | ossido di titanio | rosso | 2000-3000 K | Betelgeuse, Antares |

per studiarne l'evoluzione. È possibile misurare direttamente e con precisione la massa di una stella soltanto nel caso in cui essa sia una stella doppia. Dal tempo che le due stelle impiegano a ruotare e dalla distanza che mantengono reciprocamente si possono calcolare le loro masse applicando le leggi di Newton e di Keplero. Infatti, poiché la legge dipende dalla massa, analizzando il moto di queste stelle si può risalire alle masse che lo provocano. Alla base dell'analisi di tale movimento sta la terza legge di Keplero che, legando tra loro la grandezza delle orbite, il periodo di rivoluzione e le masse dei due corpi, esprime in termini matematici l'equilibrio fra movimento e gravitazione. Oggi sappiamo che circa il 75% delle stelle ha una o più compagne che girano intorno al comune centro di massa.

Per tutte le altre la massa si ricava, in modo indiretto, conoscendo altre caratteristiche fisiche. I valori delle masse stellari così determinati non variano molto tra di loro.

Possiamo affermare che tutte le stelle hanno una massa che va da 0,15 a 20 volte la massa del Sole. Si ritiene che non possano esistere stelle con una massa inferiore a 1/10 di quella solare, in quanto tali oggetti non avrebbero potuto raggiungere lo stadio evolutivo in cui una stella si accende e incomincia a brillare. Al contrario, stelle con massa superiore fino a 50 volte quella solare sarebbero instabili.

Non esiste alcun legame tra la massa di una stella e le sue dimensioni. Per esempio la massa di Antares, che ha un diametro 480 volte maggiore di quello del Sole, è appena 20 volte più grande di quella solare. Per contro, alcune nane bianche con massa pari a quella del Sole hanno un diametro 200 volte minore.

Esiste un legame tra massa e luminosità, noto come relazione massa-luminosità. Questa relazione stabilisce che una stella "normale" non può avere piccola massa e grande luminosità o, viceversa, grande massa e piccola luminosità e che la luminosità è proporzionale all'incirca alla quarta potenza della massa.

Poiché la massa di una stella equivale anche alla quantità di materia disponibile per le reazioni termonucleari e la sua luminosità indica la velocità con cui il combustibile nucleare viene consumato, il tempo di vita della stella è proporzionale al rapporto massa/luminosità. Dato che la luminosità aumenta più rapidamente, ne consegue che le stelle più brillanti e calde si consumano più rapidamente di quelle più deboli.

Con questa relazione è anche possibile determinare, almeno approssimativamente, le masse delle stelle non ottenibili in altro modo. La relazione massa/luminosità vale solamente per le stelle della sequenza principale, non sempre per le giganti rosse e mai per le nane bianche.

Conoscendo dimensioni e massa di una stella si può calcolare la sua densità media. Le densità variano molto da una stella all'altra perché il gas che le compone si trova in condizioni particolari e diverse da quelle che conosciamo abitualmente. Le stelle più comuni hanno una densità media simile a quella del Sole: le stelle giganti sono un milione di volte meno dense; le nane bianche sono così dense che 1 $dm^3$ della sostanza che le compone peserebbe sulla Terra più di 30 t.

# Osservare il cielo

*Le stelle punteggiano il cielo notturno. In condizioni ottimali, ne sono visibili ogni momento a occhio nudo oltre duemila, ma la maggior parte di esse è appena percettibile. Solo poche centinaia sono brillanti al punto da essere rilevabili senza aiuti di sorta.*

*Il brano che segue è tratto dalla* Guida del cielo mese per mese *di Ian Ridpath e Wil Tirion (Leonardo); guida ideale per l'astronomo principiante aiuta a orientarsi nella vastità del cielo.*

Per muovere i primi passi nell'osservazione del cielo saranno sufficienti i vostri occhi e l'aiuto di un modesto binocolo. Gli strumenti ottici raccolgono più energia luminosa dell'occhio, quindi rendono visibili oggetti di debolissima luminosità e ingrandiscono gli altri. Spesso in astronomia la capacità di uno strumento nel raccogliere la luce conta più della sua capacità di ingrandimento. Ciò vale soprattutto per il binocolo, che costituisce l'aiuto indispensabile per chiunque aspiri a "contemplare" le stelle.

In genere i binocoli hanno una capacità di ingrandimento limitata, tra le 6 e le 10 volte, e non possono perciò mostrare i particolari dei pianeti, ma raccolgono sufficiente luce da rendere visibili molte stelle e nebulae che l'occhio non percepisce. I binocoli hanno un campo visivo più ampio di quello dei telescopi, sono pertanto più indicati per studiare oggetti di grandi dimensioni, come gli ammassi aperti. Anche se poi vi munirete di un telescopio, il binocolo continuerà a esservi utile.

Sui binocoli vi sono indicazioni come 6×30, 8×40 o 10×50. La prima cifra indica l'ingrandimento e la seconda l'apertura dell'obiettivo (o diametro delle lenti) in millimetri (mm): maggiore è l'apertura, maggiore è la quantità di energia luminosa raccolta, e di conseguenza maggiore è il numero di oggetti di debole luminosità che lo strumento vi mostrerà. Esistono anche binocoli con

un ingrandimento di 12 volte o più, ma devono essere montati su un treppiede per tenerli fermi.

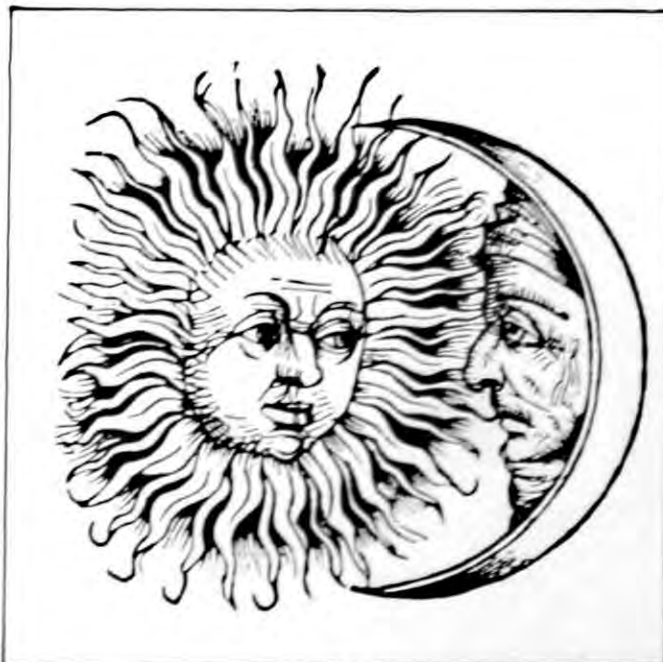
I telescopi sono abbastanza simili alle lenti di un teleobiettivo, ma, mentre la lente da teleobiettivo si definisce in base alla distanza focale, per il telescopio si parla di "apertura". Tenete presente che un telescopio con un'apertura di, poniamo il caso, 50 mm, raccoglie la stessa quantità di luce di un binocolo da 50 mm, ma costa parecchie volte di più. Rispetto al binocolo, però, ha il notevole vantaggio di un maggiore ingrandimento. I telescopi più piccoli, cioè con apertura fino a 75 mm, sono come l'antico cannocchiale, cioè rifrattori, e ci si guarda attraverso. I telescopi più grandi, con apertura dai 100 mm in su, sono di solito riflettori, cioè in essi la luce viene raccolta da specchi e riflessa in un oculare. I riflettori di grandi dimensioni sono più economici da costruire dei rifrattori e il loro tubo telescopico è più corto, perciò più pratico.

La prima difficoltà che s'incontra usando un telescopio è data dall'instabilità dell'atmosfera. La turbolenza e le correnti dell'aria fanno sì che l'immagine di una stella o di un pianeta sembri sussultare e ribollire, il che limita il numero di particolari osservabili, specie con gli ingrandimenti più elevati.

I telescopi hanno oculari intercambiabili che consentono di variare l'ingrandimento. Gli ingrandimenti più elevati servono per studiare piccoli particolari di un pianeta o per separare le componenti di una stella doppia. Ma, per quanto sia potente, il vostro telescopio di modeste dimensioni non vi mostrerà mai tanti particolari come un telescopio di grosse dimensioni, dato che portando al massimo l'ingrandimento l'immagine risulterà così poco nitida che finirete con il vedere meglio a un ingrandimento inferiore. Una regola basata sull'esperienza è quella di non superare un ingrandimento di 20 volte per un'apertura di 10 mm.

Gran parte degli oggetti celesti è visibile servendosi di telescopi con un'apertura di 100 mm o meno.

Una delle difficoltà che si incontrano nel far coincidere le carte celesti con il cielo reale è il problema delle misure. Per esempio, la Luna piena, che ha un diametro di mezzo grado, può essere nascosta con lo spessore di una matita tenuta a braccio teso. La palma di una mano nasconde le stelle principali di Orion e dell'Ursa Major.

Come si può stabilire se una costellazione occupa una piccola o grande superficie di cielo? Le dimensioni di un pugno chiuso, tenuto a braccio teso, costituiscono un metro ideale, avendo ampiezza di circa 7 gradi. Su ogni carta delle costellazioni vi è il disegno di un pugno come pratico confronto.

# Planetari in Italia

*Il cielo, carico di mille misteri, ruota. Le fasi lunari, il moto apparente del Sole lungo lo zodiaco, i moti diretti e retrogradi dei pianeti danno vita a uno spettacolo favoloso. Uno spettacolo per tutti: basta andare al planetario.*

**Planetari e osservatori**

Il planetario è uno strumento didattico particolarmente utile nell'insegnamento dell'astronomia di posizione e pertanto interessa le scuole di ogni ordine e grado. È costituito da un proiettore che simula l'aspetto dei movimenti del cielo stellato sotto una cupola il cui diametro può variare da tre metri, per i miniplanetari, a oltre venti nei più grandi del mondo. Il pubblico può così ammirare una stupenda simulazione del firmamento e riscoprire quel cielo ricco di stelle ormai inaccessibile dalle aree urbane, dove la volta celeste è "inquinata" dalle luci artificiali. Tra migliaia di stelle il proiettore mostra anche i cinque pianeti visibili a occhio nudo, la Luna e il Sole. Il planetario simula la rotazione della volta celeste, la variazione dell'aspetto del cielo dovuta al cambiamento di latitudine dell'osservatore, lo spostamento dei poli celesti, le fasi lunari, il movimento apparente del Sole lungo lo zodiaco e i moti diretti e retrogradi dei pianeti. Vengono infine proiettati anche il cerchio meridiano, l'equatore celeste e l'eclittica. Tutto ciò fa parte della dotazione di base dello strumento, alla quale si può aggiungere tutta una serie di proiettori ausiliari e di effetti speciali.

In Italia operano oltre cinquanta planetari: 30 nel Nord Italia, 13 nel Centro e 12 nel Sud e nelle Isole. La maggior parte sono di piccole dimensioni e la loro attività, così come la loro ubicazione, è prevalentemente scolastica. Oltre trenta sono infatti collocati nelle scuole. Il più grande è quello dell'Istituto Nautico di Brindisi. I planetari di maggiori dimensioni,

che svolgono anche attività pubblica, si trovano nelle città di Milano, Modena, Ravenna e Venezia Lido, ma anche diversi planetari gestiti da gruppi astrofili sono aperti al pubblico: Brescia, Crespano del Grappa (Treviso), Ferrara, Marghera (Venezia), Padova, Rivanazzano (Pavia), Rovigo e Treviso. Ve ne sono alcuni a carattere itinerante, come quelli di Torino e Trieste. Si tratta, per esempio, di cupole gonfiabili di rapido allestimento. Vi sono piccoli planetari anche nei musei di Firenze (Museo di Storia della Scienza), Livorno e Pordenone (Musei di Scienze Naturali) e nell'Osservatorio Astronomico di Capodimonte. Diversi nuovi planetari sono in progetto, mentre altri, come quello di Roma, sono purtroppo chiusi da molti anni. Nel 1986, per far conoscere queste strutture e per farvorirne la diffusione, è sorta a Brescia, presso il Museo di Scienze Naturali, l'Associazione Amici dei Planetari. Prima di allora non era disponibile il completo censimento dei planetari italiani, ora aggiornato di anno in anno. Le attività dei planetari italiani non vengono soltanto diffuse a livello nazionale, ma anche in occasione degli appuntamenti di interesse internazionale, come il colloquio dei planetari europei (quadriennale) e il congresso dell'International Planetarium Society (biennale). L'AAP è membro istituzionale di questo organismo.

L'AAP è coordinata a livello nazionale dal prof. Mario Cavedon di Milano e dal prof. Franco Gabici di Ravenna. Ogni anno, a metà ottobre, si svolge il meeting nazionale dei planetari italiani aperto a tutti gli interessati. Nella domenica precedente o seguente l'equinozio di primavera si svolge invece la "Giornata nazionale dei planetari", alla quale aderiscono alcuni planetari stranieri, nel corso della quale le principali strutture italiane sono aperte al pubblico.

I planetari italiani sono soci di diritto all'AAP. Gli altri enti o le persone che volessero aderire devono invece versare all'Associazione la quota annuale. I soci ricevono le circolari informative e due pubblicazioni a scelta tra quelle disponibili. Sono infatti stati pubblicati gli atti di alcuni incontri nazionali e due opuscoli, uno a carattere generale sulle attività dei planetari e l'altro dedicato alle lezioni di base proposte sotto la cupola di queste strutture.

Testo a cura dell'Associazione Amici dei Planetari

**Per saperne di più...**

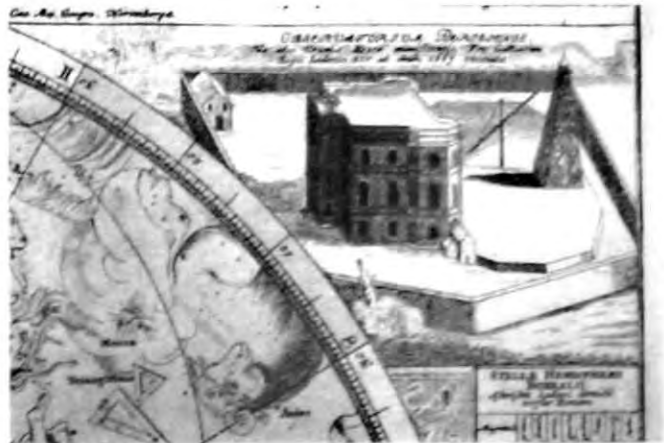
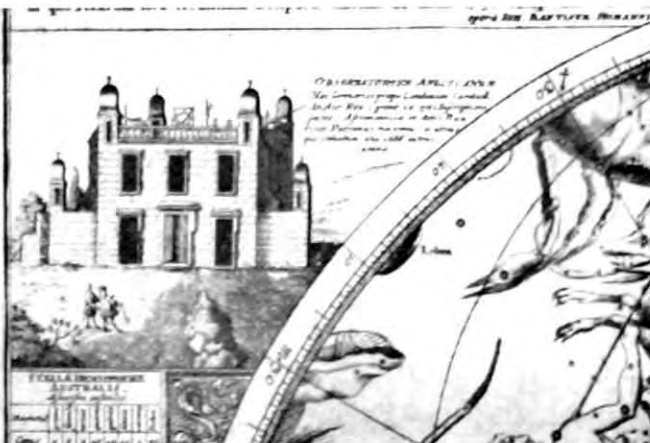
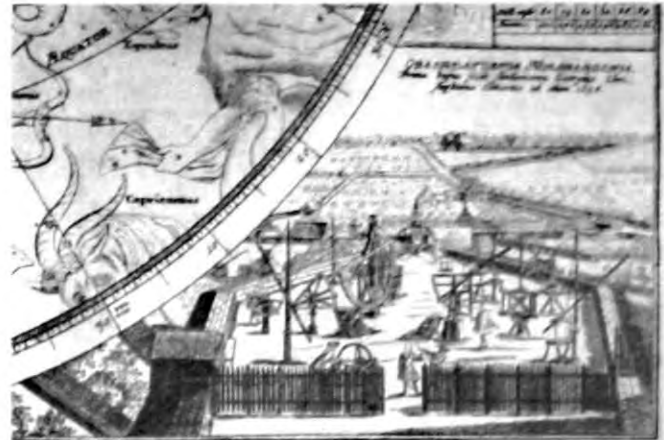
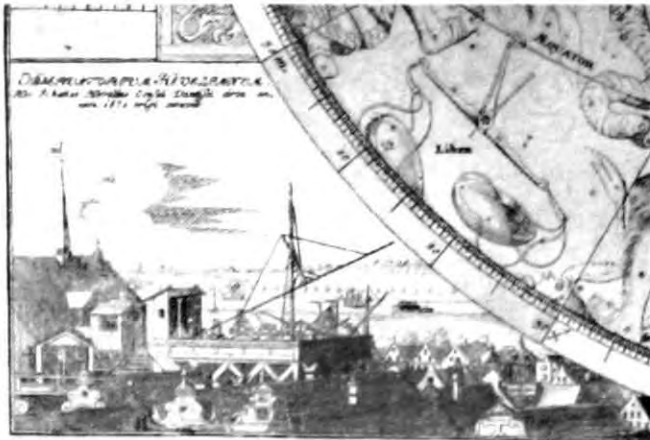
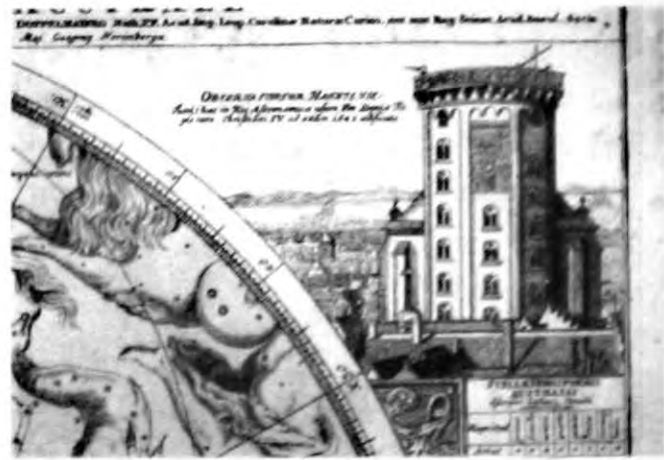
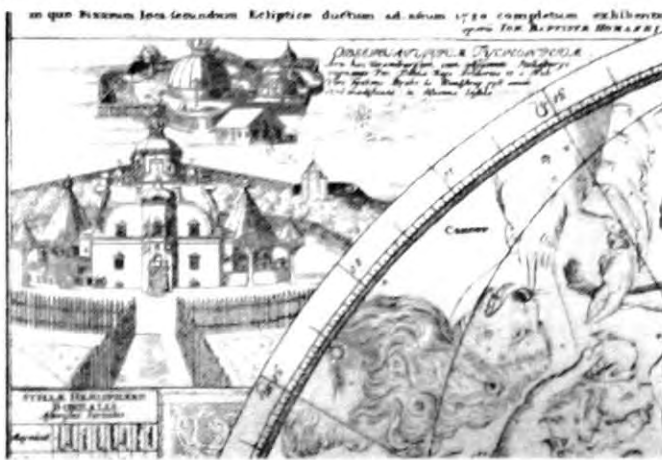
• *L'Unione Astrofili Italiani è l'associazione che riunisce tutti gli appassionati di astronomia in Italia e ne coordina la produzione scientifica e culturale.*

*Unione Astrofili Italiani*
*c/o Università degli Studi di Padova*
*Dipartimento di Astronomia*
*Vicolo dell'Osservatorio, 5*
*35122 Padova*

• *Associazione amici dei Planetari*
*c/o Civici Musei di Scienze*
*Via Ozanam, 4*
*25128 Brescia*

• *Italian Space Society - ISS - Società Spaziale Italiana*
*c/o Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica Leonardo da Vinci*
*Via San Vittore, 19*
*20121 Milano*

**Osservatori Astronomici Italiani (da nord a sud)**

| **Località** | **Denominazione e indirizzo** | **Long.** | **Lat.** |
|---|---|---|---|
| Gornergrat | Telescopio Infrarosso del Gornergrat (TIRGO)<br>Gornegrat-Zermatt (CH) | -7°47′.1 | +45°59′.1 |
| Asiago | Osservatorio Astrofisico di Asiago - Università di Padova<br>36012 Asiago | -11°31′.7 | +45°51′.7 |
| Monte Ekar | Osservatorio del Monte Ekar - Università di Padova<br>36012 Asiago | -11°34′.3 | +45°50′.8 |
| San Rocco | Osservatorio Astronomico di Brera<br>22055 Merate | -9°25′.7 | +45°42′.0 |
| Trieste | Osservatorio Astronomico di Trieste<br>34131 Trieste | -13°52′.5 | +45°38′.5 |
| Milano | Osservatorio Astronomico di Brera<br>20100 Milano | -9°11′.5 | +45°28′.0 |
| Padova | Osservatorio Astronomico di Padova<br>35100 Padova | -11°52′.3 | +45°24′.0 |
| Pino Torinese | Osservatorio Astronomico di Torino<br>10025 Pino Torinese | -7°46′.5 | +45°02′.3 |
| Loiano | Osservatorio dell'Università di Bologna<br>40100 Bologna | -11°20′.2 | +44°15′.5 |
| Perugia | Osservatorio Astronomico dell'Università di Perugia<br>06100 Perugia | -12°23′.5 | +43°06′.7 |
| Arcetri | Osservatorio Astronomico di Arcetri<br>50100 Firenze | -11°15′.3 | +43°45′.2 |
| Teramo | Osservatorio Astronomico di Collurania<br>64100 Teramo | -13°44′.0 | 42°39′.5 |
| Roma | Osservatorio Astronomico di Monte Mario<br>00100 Roma | -12°27′.1 | +41°55′.3 |
| Castel Gandolfo | Specola Vaticana<br>00040 Castel Gandolfo | -12°39′.1 | +41°44′.8 |
| Capodimonte | Osservatorio Astronomico di Capodimonte<br>80131 Napoli | -14°15′.3 | +40°51′.8 |
| Anacapri | Osservatorio Astronomico di Capri<br>80071 Anacapri | -14°11′.8 | +40°33′.5 |
| Capoterra | Osservatorio Astronomico di Cagliari<br>09012 Capoterra | -8°58′.4 | +39°08′.2 |
| Carloforte | International Latitude Observatory<br>09014 Carloforte | -8°18′.7 | +39°08′.2 |
| Palermo | Osservatorio Astronomico dell'Università di Palermo<br>90100 Palermo | -13°21′.5 | +38°06′.7 |
| Serra la Nave | Stazione Stellare dell'Osservatorio Astrofisico di Catania<br>95125 Catania | -14°58′.4 | +37°41′.5 |
| Catania | Osservatorio Astrofisico di Catania<br>95100 Catania | -15°05′.2 | +37°30′.2 |

Alcuni famosi osservatori europei storici (sopra) e più recenti (sotto), raffigurati rispettivamente negli angoli di una carta del cielo dell'emisfero boreale e australe.

# Il cielo nel cinema

*Da sempre l'uomo s'interroga sui misteri e i poteri della volta celeste: il cinema non poteva non riflettere paure ancestrali e irrefrenabile curiosità nel tentare di dare risposte a questo grande interrogativo che affascina l'umanità.*

Il cinema nasce e si sviluppa in epoca moderna, ma quando guarda al cielo, lo fa con gli stessi occhi stupiti e timorosi dei primi uomini comparsi sulla Terra. Infatti, a parte un certo cinema che ha scandagliato il cielo con spedizioni spaziali o che dal cielo ha fatto scaturire alieni di ogni sorta, come in *La cosa di un altro mondo* (1951) di Christian Nyby, *Incontri ravvicinati del terzo tipo* (1977) ed *E.T.* (1982) di Steven Spielberg o *Alien* (1979) di Ridley Scott, nel genere storico-mitologico, per esempio, la volta celeste è rappresentata come luogo enigmatico da scrutare con devozione per non suscitare i suoi strali, popolata da dei onnipotenti da cui dipende il destino degli uomini. Su questa linea si collocano film di ogni tipo, dal fantasioso e musicale *Giove in doppio petto* (1954) di Daniele D'Anza ai *Dieci comandamenti* (1955) di Cecil B. De Mille, da *Costantino il grande* (1961) di Lionello De Felice a *Il paradiso può attendere* (1978) di Warren Beatty e di Buck Henry. All'opposto, in alcuni film americani, si enfatizza la violenza esercitata dal cielo sull'umanità per mezzo di giganteschi meteoriti scagliati sulla Terra, soggetti a strane mutazioni e con l'inesplicabile scopo di annientare l'uomo che finisce, però, col cavarsela.

Maggiore stupore e fiducia nel cielo, invece, si riscontrano in *Ladyhawke* (1984) di Richard Donner, in cui un'eclissi solare è vista in modo magico e positiva, al pari della curiosità scientifica manifestata da Liliana Cavani nel 1968 e Joseph Losey nel 1975 – entrambi i film si intitolano *Galileo* – nel raccontare come il grande fisico italiano osservi e comprenda alcuni fondamentali fenomeni celesti. A fianco di queste opere, s'inseriscono degnamente film come *Dersu Uzala* (1975) di Akira

Kurosawa, in cui il cielo è visto con altri occhi, come un amico da rispettare, accettando i suoi umori e le sue collere, o come *Il gabbiano Jonathan Livingston* (1973) di All Bartlett e *La montagna sacra* (1974) di Alexandro Jodorowsky, in cui si assiste al tentativo dell'uomo e del gabbiano di avvicinarsi sempre più al cielo, in cerca della libertà e dell'assoluto.

**La meteora infernale**
(*The monolith Monster*)
USA, 1957
Regia: John Sherwood
Con: Grant Williams, Lola Albright, Les Tremayne
Fantascienza
La caduta di una meteora nel deserto della California crea una grande voragine, in cui si forma una serie di giganteschi monoliti che sembra si nutra di corpi umani. La minaccia per il pianeta cresce di giorno in giorno e risulta difficile scongiurare il pericolo. Alla fine, per sconfiggere gli strani esseri si ricorre all'acqua.

**La morte viene dallo spazio**
Italia, 1958
Regia: Paolo Heusch
Con: Paul Hubschmid, Madeleine Fischer, Ivo Garrani, Fiorella Mari
Fantascienza
Una navicella spaziale urta alcuni asteroidi che, a causa dell'impatto, deviano la propria traiettoria dirigendosi verso la Terra. Gran parte dell'umanità è minacciata, ma alcuni scienziati risolveranno la situazione.

**Galileo**
Italia, 1968
Regia: Liliana Cavani
Con: Cyril Cusack, Gigi Ballista, Giulio Brogi
(Durata: 108')
Videocassetta: Domovideo
Drammatico
Galileo, a causa delle sue teorie sullo studio delle stelle compiuto con un telescopio da lui perfezionato, viene processato per eresia. Ma, per paura della condanna, ritratta tutto.

**Il gabbiano Jonathan Livingston**
(*Jonathan Livingston seagull*)
USA, 1973
Regia: All Bartlett
Fotografia: Jack Couffer
Musica: Neil Diamond
(Durata: 103')
Videocassetta: Cic Video
Fantastico
Jonathan non è un gabbiano come tutti gli altri. Non si accontenta di volare come i suoi simili. Vuole sperimentare altre tecniche di volo e provare l'ebbrezza di una maggiore velocità per tentare di andare sempre più in alto, dove l'azzurro del cielo è più tenue e l'aria più lieve, alla ricerca della propria identità, ovvero, verso l'infinito.

**Ladyhawke**
(*Ladyhawke*)
USA, 1984
Regia: Richard Donner
Con: Matthew Broderick, Michelle Pfeiffer, Rutger Hauer
(Durata: 124')
Videocassetta: Fox Video
Fantastico
Siamo nella Francia del '200. Un incantesimo ha trasformato due giovani innamorati in due bestie. Di notte lui diventa un lupo, quando lei è bella; di giorno lei assume le sembianze di un falco, quando lui è un valoroso cavaliere. Solo un'eclisse solare scioglierà il maleficio.

Giuseppe Colangelo

## GLOSSARIO

**Aberrazione cromatica** Difetto dovuto alle lenti che separano con diverso grado di rifrazione le varie lunghezze d'onda che compongono il raggio luminoso.

**Afelio** Punto dell'orbita di un corpo celeste (pianeta, cometa) ruotante intorno al Sole, nel quale tale corpo si trova alla massima distanza dal Sole.

**Albedo** Potere riflettente di un pianeta o di un altro corpo non dotato di luce propria; rapporto fra la quantità di luce che investe un corpo sferico e la quantità di luce riflessa dal corpo stesso.

**Alone** Arco luminoso e iridato, che circonda talvolta il Sole o la Luna, dovuto alla rifrazione dei raggi luminosi dei cristalli di ghiaccio presenti nell'atmosfera terrestre.

**Altezza** Distanza angolare di un corpo celeste sopra l'orizzonte. L'a. sulla verticale passante per l'osservatore (zenit) è 90°; all'orizzonte l'a. è 0°.

**Ammasso stellare** Raggruppamento di stelle sufficientemente vicine l'una all'altra da risultare fisicamente associate. Un a.s. è detto globulare quando le stelle (da molte decine di migliaia fino a un milione) formano un denso raggruppamento di forma sferica e sono progressivamente più concentrate verso il centro; aperto quando le stelle (da una ventina a poche centinaia) formano un raggruppamento più diffuso e meno regolare.

**Anno luce** Unità di misura uguale alla distanza percorsa dalla luce in anno. Essendo la velocità della luce di 299 792 km/s, un a.l. è pari a $9.4605 \times 10^{12}$ km.

**Apogeo** Punto dell'orbita di un corpo ruotante intorno alla Terra, posto alla massima distanza dalla Terra stessa.

**Asse di rotazione** Linea immaginaria che attraversa un corpo (o un sistema di corpi gravitazionalmente collegati) e intorno alla quale ruota il corpo stesso. L'a. terrestre, perpendicolare all'equatore, è inclinato di 66°33'8" rispetto al piano dell'eclittica, ossia di 23°26'52" rispetto all'a. dell'eclittica.

**Asteroide** Nome dato ai pianeti le cui orbite sono collocate tra quelle di Marte e di Giove.

**Atmosfera** Mantello gassoso che avvolge un pianeta o un altro corpo celeste. L'a. terrestre è suddivisa fondamentalmente in quattro fasce: troposfera, stratosfera, ionosfera, esosfera.

**Aurora polare** Luminescenza del cielo notturno che si verifica generalmente alle alte altitudini dell'emisfero settentrionale (a. boreale) e di quello meridionale (a. australe). Il fenomeno è causato dalle particelle elettricamente cariche, di origine solare, intrappolate nel campo magnetico terrestre e interagenti con i gas dell'alta atmosfera.

**Azimut** Distanza angolare lungo l'orizzonte, misurata partendo da nord (0°) in direzione est, con l'intersezione del cerchio verticale passante per l'oggetto.

**Bolide** Brillante meteorite che può esplodere attraversando l'atmosfera terrestre.

**Buco nero** Regione dello spazio nella

quale la velocità di fuga supera quella della luce, che resta perciò intrappolata per la presenza di una stella collassata.

**Cefeide** Stella variabile, con periodi di variazione della luminosità perfettamente regolari. Prende nome dalla δ (delta) *Cephei*.

**Ciclo solare.** Si veda **Macchia solare**

**Congiunzione** Due astri si dicono in c. quando si trovano apparentemente vicini nel cielo. Nel momento della c. si verifica un approssimato allineamento fra i tre astri dei quali uno è sempre la Terra e gli altri due possono essere o entrambi appartenenti al sistema solare (Sole, Luna, pianeti, satelliti, comete) oppure uno appartenere al sistema solare e l'altro essere una stella fissa. Nel caso di allineamento con i pianeti inferiori (Mercurio, Venere) si distinguono la c. inferiore, quando il pianeta si trova fra la Terra e il Sole, e la c. superiore quando il Sole si trova fra la Terra e il pianeta.

**Corona** Fascia esterna dell'atmosfera solare composta di gas molto rarefatti. Visibile a occhio nudo solamente in occasione di un'eclisse solare totale.

**cosmici, Raggi** Particelle ad altissima energia che viaggiano nello spazio infragalattico a una velocità prossima a quella della luce e che pervadono lo spazio in ogni galassia.

**Costellazione** Gruppo di stelle tradizionalmente e convenzionalmente associate al quale è stato spesso attribuito un nome mitologico. Le c. classiche sono 48, delle quali 12 sono quelle che costituiscono lo zodiaco.

**Crepuscolo astronomico** Intervallo di tempo, che precede l'alba e segue il tramonto, in cui il centro del disco solare si trova tra 18° e 12° sotto l'orizzonte. La durata del c. varia con le stagioni e con la latitudine dell'osservatore.

**Culminazione** Transito di un corpo celeste sul meridiano dell'osservatore. Ha luogo due volte al giorno e si dice c. superiore quando il corpo raggiunge l'altezza massima sopra l'orizzonte e c. inferiore quando l'altezza, sopra o sotto l'orizzonte, è minima.

**Declinazione** (di un oggetto) Distanza angolare sulla sfera celeste misurata a partire dall'equatore celeste verso i poli celesti fino a incontrare il parallelo celeste passante per l'oggetto. Simbolo: δ (delta).

**doppia, Stella** Stella costituita di due componenti associati in un sistema detta binario. Si hanno s. d. visuali, che si distinguono per visione diretta telescopica, e spettroscopiche quando l'esistenza dei due componenti viene provata dallo spostamento delle loro righe spettrali.

**Doppler, Effetto** Apparente variazione della lunghezza d'onda della luce proveniente da una fonte in movimento relativo rispetto all'osservatore. Se tale fonte si allontana si avrà un aumento della lunghezza d'onda e uno spostamento verso il rosso delle bande spettrali; in caso di avvicinamento si avrà una riduzione della lunghezza d'onda e uno spostamento verso il blu delle bande spettrali.

**Elongazione** Distanza angolare di un pianeta dal Sole o di un satellite dal suo pianeta primario.

**Equazione del tempo** Il movimento apparente del Sole nel cielo non è costante in conseguenza dell'ellitticità dell'orbita della Terra e dell'inclinazione di questa sul proprio asse. Viene pertanto detto Sole medio un corpo immaginario che si muove sull'equatore celeste alla velocità media del Sole, ed e. del t. lo scostamento positivo o negativo del Sole reale rispetto al Sole medio.

**Evezione** Perturbazione dell'orbita lunare attorno alla Terra, dovuta all'attrazione del Sole.

**Fase** Apparente cambiamento della forma della Luna (e dei pianeti inferiori) dovuta alle diverse posizioni relative di Terra, Sole e Luna (o pianeta). Le f. massime si hanno con l'allineamento dei tre astri (plenilunio e novilunio) mentre le f. intermedie (primo quarto e ultimo quarto) si hanno nelle quadrature.

**fuga, Velocità di** Velocità minima necessaria a un oggetto per sfuggire alla forza di attrazione gravitazionale di un corpo celeste.

**Fuso orario** Spicchio irregolare immaginario di ampiezza di 15° (longitudine) in cui si suddivide convenzionalmente la superficie terrestre. La convenzione serve a unificare al meglio il tempo locale all'interno del territorio di uno stato.

**Galassia** (1) Sistema stellare, costituito di circa 100 miliardi di stelle, a forma di disco rigonfio nel centro e con struttura a spirale (Via Lattea). Ne fa parte il Sole che si trova collocato su un braccio della spirale stessa. (2) Sistema stellare analogo, per generalizzazione del nome, alla Via Lattea. Le g. hanno forme diverse: a spirale (e sono la maggioranza), ellittiche, irregolari.

**Giorno siderale** Intervallo fra due successivi passaggi di una stella al meridiano. Ha una durata di $23^h56^m41^s$.

**Giorno solare** Intervallo medio fra due successivi passaggi del Sole al meridiano. Ha una durata di $24^h56^m5^s$.

**interstellare, Materia** Circa il 10% della massa della Galassia è costituito da materia rarefatta diffusa negli spazi interstellari. Formano la m.i. i gas, tra i quali prevale l'idrogeno, e la polvere cosmica costituita di minuscole particelle solide. La m.i. è concentrata nel piano galattico e nei bracci della spirale ed è permeata dai raggi cosmici.

**Keplero, Leggi di** (1) I pianeti si muovono lungo orbite ellittiche il cui fuoco comune è rappresentato dal Sole. (2) I raggi vettori (linee immaginarie che congiungono il centro del pianeta e il centro del Sole) descrivono aree uguali in tempi uguali. (3) Il quadrato del tempo di rivoluzione di un pianeta attorno al Sole (periodo siderale) è proporzionale al cubo della sua distanza media dal Sole stesso.

**Magnitudine** Misura della brillanza di un oggetto celeste in scala logaritmica. Per ogni unità di m. la brillanza varia di un fattore 2.5. Quindi a 5 m. corrisponde una differenza di un fattore 100 di brillanza ($2.5^5 \cong 100$). Le più deboli stelle visibili a occhio nudo sono di sesta m., mentre le più brillanti raggiungono la prima, la zero e addirittura una m. negativa (per esempio la m. di Sirio, la stella più luminosa del cielo, è –1,4).

**Meridiano celeste** Cerchio massimo sulla sfera celeste passante per i poli e per lo zenit.

**Meridiano iniziale** Meridiano, di longitudine convenzionale zero, passante per l'Osservatorio astronomico di Greenwich presso Londra (GB).

**Meridiano locale** Meridiano passante per la località dell'osservatore.

**Meridiano terrestre** Cerchio massimo tracciato sulla superficie terrestre passante per i poli terrestri.

**Mese anomalistico** Intervallo, pari a $27^{d}13^{h}18^{m}30^{s}$, fra due ritorni consecutivi della Luna al perigeo.

**Mese draconico** Intervallo tra due ritorni consecutivi della Luna a uno dei suoi nodi. È pari a $27^{d}5^{h}5^{m}36^{s}$.

**Mese siderale** Tempo impiegato dalla Luna a compiere una rivoluzione esatta attorno alla Terra. È pari a $27^{d}7^{h}43^{m}12^{s}$.

**Mese sinodico** Detto anche mese lunare o lunazione, è l'intervallo fra due successivi noviluni. È pari a $29^{d}12^{h}43^{m}3^{s}$.

**Moto** Il movimento di un astro (pianeta, cometa, satellite) attorno al Sole. Si dice diretto se avviene nella stessa direzione di quello della Terra, retrogrado se avviene in direzione opposta. Entrambi possono essere reali o apparenti (cioè dipendere dal m. della Terra).

**multipla, Stella** Stella composta di più di due componenti. Un esempio noto è costituito da Castor, che appare essere un sistema binario all'osservazione telescopica, mentre in realtà è un sistema di sei componenti all'analisi spettroscopica.

**Nadir** Punto dell'emisfero celeste, posto sulla verticale dell'osservatore agli antipodi dello zenit.

**Nana bianca** Piccola ed estremamente densa stella a bassa luminosità, prossima all'esaurimento del proprio combustibile nucleare e quindi alla fine della propria evoluzione.

**Nebulosa** Massa tenue di gas e polveri all'interno della Galassia, visibile, se contenente una stella, o per luce riflessa o per luce prodotta a causa della ionizzazione degli atomi costituenti la n. stessa.

**Nodo** Punto dell'orbita della Luna (di un pianeta o di una cometa) dove questa attraversa l'eclittica. Se il corpo celeste attraversa l'eclittica da sud a nord il n. si dice discendente; si dice ascendente nel caso opposto.

**Nova** Stella che aumenta improvvisamente ed enormemente di luminosità per tornare poi lentamente alla sua luminosità primitiva.

**Nutazione** Leggera oscillazione dell'asse terrestre provocata dall'attrazione della Luna.

**Occultazione** Oscuramento di un corpo celeste da parte di un altro di maggiore diametro apparente.

**Opposizione** (di un pianeta con il Sole) Si ha quando dalla Terra il pianeta è visto in direzione opposta al Sole.

**Parallasse** Apparente spostamento di un oggetto visto da due diversi punti di osservazione.

**Parallelo celeste** Cerchio tracciato sulla sfera celeste, parallelo all'equatore celeste.

**Parsec** Unità di misura delle distanze stellari, pari alla distanza alla quale una

stella mostra un parallasse di un secondo d'arco. Equivale a 3,26 anni luce.

**Perielio** Punto dell'orbita di un corpo celeste (pianeta, cometa) rotante attorno al Sole, nel quale tale corpo si trova alla minima distanza dal Sole.

**Perigeo** Punto dell'orbita di un corpo celeste rotante attorno alla Terra, nel quale tale corpo si trova alla minima distanza dalla Terra.

**Pianeti** (1) Corpi celesti orbitanti attorno a una stella. (2) Corpi non brillanti di luce propria che orbitano attorno al Sole a varie distanze e con vari periodi di rivoluzione. I p. con orbita più prossima al Sole di quella terrestre (Mercurio, Venere) sono detti interni, mentre esterni sono i p. con orbita più distante dal Sole (Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone).

**Polo celeste** Punto in cui il prolungamento dell'asse terrestre incontra la sfera celeste.

**Precessione degli equinozi** Il moto uniforme di riorientamento che subisce l'asse di rotazione della Terra sottoposta all'azione gravitazionale della Luna, del Sole e dei pianeti. È osservabile dal moto di 50" all'anno in direzione ovest degli equinozi lungo l'eclittica.

**Pulsar** Radiosorgente variabile con grande regolarità, associata a una stella di neutroni, originata probabilmente dall'esplosione di una supernova. Contrazione dall'inglese *pulsating star* (stella pulsante).

**Punto gamma** (γ) Punto in cui l'eclittica interseca l'equatore celeste in corrispondenza con l'equinozio di primavera (costellazione Pisces).

**Quadratura** Posizione della Luna o di un pianeta quando, visti dalla Terra, si trovano ad angolo retto rispetto al Sole. La q. lunare corrisponde al primo e all'ultimo quarto.

**Quasar** Compatto oggetto extragalattico di grandissima luminosità, a volte radiosorgente, che emette una straordinaria quantità di energia. Contrazione dall'inglese *quasi-stellar object* (oggetto quasi stellare).

**Radiante** Punto della sfera celeste nel quale sembrano incrociarsi le traiettorie delle meteore che appartengono a un determinato sciame.

**Rivoluzione** Movimento orbitale di un corpo celeste attorno a un centro di attrazione gravitazionale.

**Rotazione** Movimento di un corpo (o di un sistema di corpi gravitazionalmente collegati) attorno a una retta che lo attraversa detta asse.

**Satellite** Corpo che gravita attorno a un pianeta.

**Scintillazione** Rapida e irregolare variazione dell'intensità luminosa di un astro, dovuta alla variabile densità dell'atmosfera e quindi all'irregolarità della rifrazione.

**Sfera celeste** Sfera immaginaria di raggio arbitrario, centrata sul centro della Terra, sulla quale si considerano disposti i corpi celesti.

**Sistema solare** Gruppo di corpi celesti, comprendenti il Sole, i pianeti con i relativi satelliti e le comete,

legati fra loro gravitazionalmente.

**solare, Vento** Flusso continuo di particelle prodotte dal Sole, dotate di carica elettrica (principalmente elettroni e protoni), che si propaga nello spazio interplanetario.

**Solstizio** Giorno in cui è massima la disparità tra la durata del dì e della notte. Anche: punto della sfera celeste nel quale la distanza tra l'eclittica e l'equatore celeste è massima.

**Spettro** Divisione della luce non monocromatica nelle varie lunghezze d'onda che la compongono.

**Stagione** Suddivisione dell'anno solare che va dall'equinozio al solstizio (primavera e autunno) o dal solstizio all'equinozio (inverno ed estate). Le s. sono dovute all'inclinazione dell'asse terrestre che fa sì che la quantità di irraggiamento solare su un punto della superficie terrestre non sia costante nell'arco dell'anno.

**Stella** Corpo gassoso che brilla di luce propria e che genera energia per la presenza di una reazione da fusione nucleare nel proprio nucleo.

**Stratosfera** Strato dell'atmosfera terrestre compreso fra la troposfera e la ionosfera, composto prevalentemente di azoto e ozono che qui ha la sua massima concentrazione. Va dai 15 ai 50 km di altezza.

**Supernova** Stella che per effetto dell'esplosione del suo nucleo diventa molto luminosa. La **s.** è la parte terminale della vita di una stella che può quindi trasformarsi in una nube di gas o in un oggetto stellare compatto come un pulsar o un buco nero.

**Tempo siderale** Misura di tempo rispetto alle stelle fisse anziché al Sole. L'orologio siderale e quello solare coincidono alle ore 00 del giorno 21 settembre.

**Transito** (1) Passaggio di un corpo celeste al meridiano dell'osservatore. (2) Passaggio di un pianeta inferiore (Mercurio, Venere) sul disco solare.

**variabile, Stella** Stella che presenta variazioni di intensità luminosa con cicli che possono essere più o meno regolari (s. v. regolare, semiregolare, irregolare). Vi sono tre tipi principali di s. v.: variabili a eclisse (sistemi di due o più stelle nei quali una stella è periodicamente coperta da una "compagna"); variabili pulsanti come le Cefeidi, nelle quali si riscontra un aumento o una riduzione di luminosità periodici dovuti all'espansione e alla contrazione della loro superficie; variabili cataclismiche, stelle che improvvisamente aumentano di luminosità, che poi torna a valori normali come nelle nove, o come nelle supernove, nelle quali l'alterazione dovuta all'esplosione della stella è irreversibile.

**Zenit** Punto della sfera celeste posto sulla verticale dell'osservatore (altezza 90°).

**Zodiaco** Fascia posta sulla sfera celeste, estesa per 8° su entrambi i lati dell'eclittica, entro la quale sono sempre visibili il Sole, la Luna e i pianeti (eccetto Plutone). Attraversa le 12 costellazioni dello z. La posizione del Sole e dei pianeti è sempre prossima all'eclittica perché le rispettive orbite sono approssimativamente sullo stesso piano.

## INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI

**Capitolo III**

Parigi. © Réunion des Musées Nationaux, Parigi.
**55** (in alto) Mors, Luristan, antichità orientali. Museo del Louvre, Parigi. © Réunion des Musées Nationaux, Parigi.
**55** (in basso) Testa di Coyolxauhqui, dea della Luna. Museo nazionale di antropologia, Città del Messico. © Réunion des Musées Nationaux, Parigi.
**56** Opposizione di Sole e Luna, incisione da *Splendor Solis*, manoscritto alchemico della fine del XVI secolo. © Archiv für Kunst und Geschichte, Berlino.
**57** L'uomo sulla Luna, incisione anonima del XIX secolo. © Archiv für Kunst und Geschichte, Berlino.
**58** Raffigurazione di un coniglio sulla Luna, incisione da *Storia dei fatti della Nuova Spagna*, detto Codice fiorentino, libro VII. Biblioteca del Museo dell'Uomo, Parigi, ©.
**59** La lepre, animale lunare, incisione da *Cento bellezze della Luna* (racconto giapponese). Biblioteca delle Arti decorative, Parigi. © Charmet, Parigi.
**60-61** L'influenza della Luna sulle donne, incisione del XVII secolo. Museo Carnavalet, Parigi. © Charmet, Parigi.
**62-63** Le quattro stagioni, incisione colorata. © Giraudon, Parigi.
**64-65** (in alto) La battitura dell'oceano, immagine popolare indiana, fine del XIX secolo. Biblioteca Nazionale, Parigi, ©.
**64-65** (in basso) Dopo la battitura dell'oceano, il nettare dell'immortalità viene distribuito a tutti gli dei, immagine popolare indiana, fine del XIX secolo. Biblioteca Nazionale, Parigi, ©.
**66** Nimba, dea delle acque e della fecondità, statua originaria della Guinea. Museo dell'Uomo, Parigi. © Giraudon, Parigi.
**67** Luigi XVI raffigurato come Apollo, costume del balletto *La nuot*, stampa del XVII secolo. Biblioteca Nazionale, Parigi. © Bulloz, Parigi.
**68** Il culto del Sole in Giappone, incisione da *Biblia sacra* di Scheuchzer, 1733. © Archiv für Kunst und Geschichte, Berlino.
**69** Maschera d'oro precolombiana raffigurante il Sole, Mongoya. Museo della Banca centrale, Quito. © Dagli Orti, Parigi.
**70** (in alto) L'occhio solare del dio egizio Ra, particolare di un papiro dell'epoca della XX dinastia. © Photoresources, Canterbury.
**70** (in basso) La barca solare di Horus accompagnata dall'ibis, Tebe, tomba di Sennedjem, funzionario della necropoli, XIX dinastia. © Dagli Orti, Parigi.
**71** Il dio Apis con il disco solare, papiro della XIX dinastia, Tebe. © Photoresources, Canterbury.

**Capitolo IV**
**72** La cometa Donatil, osservata a Parigi il 4 ottobre 1858, litografia da *Le ciel* di Amédée Guillemin, 1877. © Archives Gallimard.
**73** Il demone dell'eclissi, Rahu, scultura indiana. © Photoresources, Canterbury.
**74** Eclissi, incisione dal *Trattato della sfera*, 1472. © Archives Gallimard.
**74-75** La crocifissione, miniatura armena, Ispahan, XII-XIII secolo. © Dagli Orti, Parigi.
**75** (a destra) Eclissi di Sole, incisione dal *Trattato della sfera*, 1472. © Archives Gallimard.
**76** Il bagno del Sole e della Luna, incisione colorata, 1618 di Théodore de Bry. Biblioteca Nazionale, Parigi. © Bulloz, Parigi.
**77** Desolazione dei peruviani durante l'eclissi di luna, incisione del XIX secolo. Museo delle Arti Decorative, Parigi. © Bulloz, Parigi.
**78** (in alto) Il cratere della cometa, incisione da *Theatrum Cometicum* di Lubienietzki. Biblioteca Nazionale, Parigi, ©.
**78-79** Pioggia di comete su Amburgo, *idem*. © Biblioteca Nazionale, Parigi.
**80-81** Apparizioni e misfatti della

**Capitolo V**

precolombiana. Biblioteca Nazionale, Firenze. © Marc Garanger, Parigi.
**112** *L'inondazione del 1910*, dipinto anonimo, inizi del '900. Museo delle Arti e delle Tradizioni popolari, Parigi. © Réunion des Musées Nationaux, Parigi.
**113** Il diluvio, pittura su legno. © Giraudon, Parigi.
**114-115** Piena improvvisa di un torrente, ex-voto di Jean-Baptiste Michel, Notre-Dame-du Château, Allauch. © Archives Gallimard.
**116-117** Il fulmine si abbatte su una capanna di pescatori, ex-voto. Notre-Dame-de-Consolation, Hyères. © Archives Gallimard.
**118-119** Tempesta, ex-voto. Notre-Dame-du Château, Allauch. © Archives Gallimard.
**121** L'arcobaleno, miniatura da *Il libro delle meraviglie* di Gazwini, 1280. Biblioteca municipale di Wasit, Iraq.
**120-121** Giove, incisione colorata del XVIII secolo. © Archiv für Kunst und Geschichte, Berlino; Roland e Sabrina Michaud, Parigi.
**122** L'arcobaleno australiano, disegno anonimo.
**123** L'arcobaleno australiano, dipinto aborigeno. Museo delle arti dell'Africa e dell'Oceania, Parigi, ©.
**124** Un paraselenio osservato nel 1168, incisione dal *Libro dei prodigi* di Conrad Lycosthène, circa 1550. Basilea. © Archives Gallimard.
**125** Parelio osservato nel febbraio 1636, incisione colorata. Biblioteca Nazionale, Parigi, ©.
**126** Aurora boreale, litografia dal *Livre des merveilles* di Haeckel. Biblioteca del Museo, Parigi. © Archives Gallimard.
**127** Rappresentazione di un fenomeno celeste. Collezione Hennin, Biblioteca Nazionale, Parigi, ©.
**128** Il cielo australe, litografia da *Le ciel* di Amédée Guillemin, 1877.

**Testimonianze e documenti**
**129** Persone a Parigi che osservano l'eclissi del 17 aprile 1912, fotografia. © Charmet, Parigi.
**130** Stampa raffigurante alcuni astronomi che osservano una sfera armillare di fabbricazione francese.
**131** Principali elementi di riferimento sulla sfera celeste per un osservatore terrestre.
**132-133** Cartografia di Patrick Mérienne.
**136** Successione delle fasi lunari.
**138** La Galassia o Via Lattea raffigurata in uno spaccato prospettico.
**139** Rappresentazione schematica del sistema solare.
**140** Incisione tratta dalla *Logica memorativa*, Thomas Murner, Bruxelles XVI secolo. © Explorer archives, Parigi.
**141** Il Sole fotografato ai raggi X dallo *Skylab*.
**144** Parte del sistema solare compresa tra il Sole e Giove.
**149** La tormentata superficie di Mercurio in una nitida fotografia scattata dal *Mariner 10*.
**151** Venere in una fotografia all'ultravioletto scattata dal *Mariner 10*.
**153** I quattro satelliti galileiani di Giove.
**155** Struttura del pianeta Giove.
**157** Posizioni assunte rispetto alla Terra dal pianeta Urano durante la sua rivoluzione.
**158** Nettuno circondato da anelli di spessore irregolare. © Archivio Cavedon.
**159** Intersecazione delle orbite di Plutone e Nettuno. © Archivio Cavedon.
**160** Italia 1937: cade una meteora. Disegno tratto da "La Domenica del Corriere". © Charmet, Parigi.
**162** Passaggio di una cometa, incisione del XVII secolo. © Bibl. nat., Parigi.
**163** Foglio volante opera di Hans Weigel di Norimberga, con un'incisione raffigurante la cometa del 1558, la Luna e alcune stelle nel cielo di Norimberga.
**164** J.G. Sciller, astronomo, XVII secolo, antiporta di un testo di astronomia. Milano, Civica Raccolta delle Stampe A. Bertarelli.
**170** Uomo a Parigi che osserva l'eclissi

## INDICE DEI NOMI

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *Storia delle scienze*, Giulio Einaudi Editore.

P. Angela, *Nel cosmo alla ricerca della vita*, Garzanti, 1980.

P. Bakulin-E. Kononovič-V. Moroz, *Astronomia generale*, Editori Riuniti, 1984.

P. Bourge-J. Lacroux, *Il manuale pratico di astronomia. Come osservare gli oggetti del cielo*, Zanichelli, 1987.

A. Braccesi, *Esplorando l'universo. Dalle conquiste degli antichi greci all'astronomia dei nostri giorni*, Zanichelli, 1988.

M. Cavedon, *Astronomia*, Mondadori, 1986.

F.M. Crasta, *Pianeti e teorie del cielo nel Settecento*, Loescher, 1980.

V. Croce, *Enigmi del cosmo*, Edizioni Mediterranee, 1981.

A. Cuir, *Conoscere l'universo: astri collassati*, Il Castello, 1983.

G. Favero, *L'evoluzione del sistema solare*, Curcio, 1986.

W. Ferreri-G. Sinigaglia, *Il libro dell'astronomo dilettante*, Curcio, 1986.

M. Hack, *Il cielo intorno a noi*, Istituto Geografico De Agostini.

N. Henbest-M. Marten, *La nuova astronomia*, Editori Riuniti, 1985.

J. Hermann, *Atlante di astronomia*, Mondadori.

R. Jastrow, *Incontro con una stella*, Mondadori, 1990.

P. Maffei, *Al di là della Luna-I mostri del cielo-L'universo nel tempo*, 3 voll., Mondadori.

F. Nicolau, *Argomenti di astronomia: costellazioni e loro leggende*, Hoepli, 1979.

I. Ridpath-W. Tirion, *La guida del cielo mese per mese*, Leonardo, 1989.

D. Sabbatucci, *Divinazione e cosmologia*, Il Saggiatore, 1989.

Jean-Pierre Verdet è astronomo dell'Osservatorio di Parigi, dove ha condotto ricerche sulla fisica della corona solare e sull'atmosfera dei pianeti gioviani. Nell'ultimo ventennio ha dedicato particolare attenzione, insieme a un'équipe pluridisciplinare, alla storia dell'astronomia antica e rinascimentale.

*Edizione italiana a cura di*
Martine Buysschaert

*Traduzione*
Laura De Tomasi
*Redazione*
Stefania Rossi
Carla Onori
*Consulenza grafica*
Marcello Francone

L'editore ringrazia
Rossana Rossi
per la lettura del testo
di Jean-Pierre Verdet

La sezione
"Testimonianze e documenti"
è stata realizzata
appositamente per
l'edizione italiana,
con testi di
L. Monfrone,
C. Pavanati Bettoni

*Realizzazione tecnica*
Elemond Editori Associati

*Stampa*
Editoriale Libraria, Trieste

Printed in Italy

*Edizione originale francese*
Le ciel ordre et désordre


**l'Unità**

*Direttore responsabile*
Giuseppe Caldarola

Redazione Iniziative editoriali

*Copertina*
Jumblies

L'Arca Società editrice de l'Unità spa, Roma

Supplemento al numero odierno de l'Unità

Edizione fuori commercio
riservata ai lettori e abbonati de l'Unità